CARL NICOLADONI

ANATOMIE UND MECHANISMUS DER SKOLIOSE

URBAN & SCHWARZENBERG



Heliogravure von J. Löwy, Wien.

Carl Nicoladoni

ANATOMIE

UND

MECHANISMUS DER SKOLIOSE

VON

WEIL. DR. CARL NICOLADONI
O. Ö. PROFESSOR DER CHIRURGIE AN DER UNIVERSITÄT GRAZ
K. K. HOFRAT

MIT 54 FIGUREN AUF 37 TAFELN UND DEM PORTRÄT DES VERFASSERS.

URBAN & SCHWARZENBERG
BERLIN
N., FRIEDRICHSTRASSE 105b.
WIEN
I, MAXIMILIANSTRASSE 4.
1909.

Hofrat Carl Nicoladoni, dem ich, als meinem ersten chirurgischen Lehrer von meiner Studentenzeit her, das dankbarste Angedenken bewahre, hat mit der Veröffentlichung seiner grundlegenden Untersuchungen über die Anatomie der Skoliose in der „Bibliotheca medica“ nicht das erreicht, was er beabsichtigte: das Ergebnis seiner mühevollen Studien einem großen Kreise von Fachchirurgen und Ärzten leicht erreichbar zugänglich zu machen. Aus dieser Erkenntnis entsprang ja die verkürzte Ausgabe, die heute, obwohl sechs Jahre seit Fertigstellung des Manuskriptes verstrichen sind, noch volle Gültigkeit hat. An anatomischen Wahrheiten ändert die Zeit nichts, sie bleiben bestehen, als feste Bausteine für immer.

Deshalb unterstützte ich auch nach Kräften das pietätvolle Bestreben, jetzt noch dem Werke zur Publikation zu verhelfen, hoffend, daß es mit beitragen werde, das Andenken dieses reellen, rastlos arbeitenden Forschers und genialen Chirurgen wach zu erhalten, und für die kommende Chirurgengeneration ein mustergültiges Beispiel anatomischer Forschung und Darstellung zu bieten.

Prof. Julius Hochenegg.

Wien, im September 1908.

VORWORT.

Einem Zuge meines Herzens folgend, habe ich mich entschlossen, die letzte Monographie meines teuren Bruders der Öffentlichkeit zu übergeben.

Um das verhältnismäßig späte Erscheinen dieses Werkes verständlich zu machen, muß ich eine Art Geschichte desselben vorausschicken, welche die lange Verzögerung der Veröffentlichung erklären wird.

Carl Nicoladoni hatte, wie wohl allgemein bekannt sein dürfte, die Aufgabe übernommen, für das Sammelwerk der „Deutschen Chirurgie", deren Mitarbeiter er war, eine Abhandlung über die Anatomie und den Mechanismus der Skoliose zu verfassen. Dieses Werk sollte mit einer Abhandlung des Herrn Geheimrates v. Mikulicz in Breslau und einer solchen des Herrn Professors Henle einen die Lehre von der Skoliose erschöpfend zur Darstellung bringenden Band der „Deutschen Chirurgie" bilden.

Im Februar des Jahres 1902 hatte mein lieber Bruder seine Abhandlung vollendet und seinem Freunde v. Mikulicz nach Breslau gesendet; nach dessen Ansicht war dieses Werk für den Rahmen der „Deutschen Chirurgie" zu groß angelegt und durchgeführt. Er riet meinem Bruder, diese Monographie in der „Bibliotheca medica", deren Mitherausgeber v. Mikulicz war, zu veröffentlichen — zugleich jedoch richtete Geheimrat von Mikulicz die besondere Bitte an meinen Bruder, für das

Sammelwerk der „Deutschen Chirurgie" eine entsprechend gekürzte Bearbeitung seines großen Skoliosenwerkes zu besorgen. Dieser beiden Veränderungen hat Geheimrat v. Mikulicz in dem Vorworte, welches er dem Andenken und dem Werke meines teuren Bruders in der „Bibliotheca medica" gewidmet hat, auch Erwähnung getan.

Auch noch seine beiden letzten Ferienmonate zu dieser gewünschten Bearbeitung benützend, übersandte mein Bruder im September 1902 sein vollständig druckfertiges Werk für die „Deutsche Chirurgie" dem Herrn Geheimrat v. Mikulicz auf dessen persönliche Bitte nach Breslau, welcher das Manuskript Nicoladonis bei sich verwahrte.

Am 4. Dezember 1902 starb mein tiefgeliebter Bruder ganz plötzlich — bevor es ihm noch vergönnt gewesen war, seine beiden Skoliosenabhandlungen sowohl in der „Bibliotheca medica" als auch in der „Deutschen Chirurgie" veröffentlicht zu sehen.

Zu Beginn des Jahres 1904 erschien das große ungekürzte Skoliosenwerk Carl Nicoladonis in der „Bibliotheca medica" und im Laufe desselben Jahres sollte auch noch die Veröffentlichung seiner gekürzten Bearbeitung desselben Werkes in der „Deutschen Chirurgie" erfolgen.

Im Jahre 1905 starb leider auch meines Bruders intimer Freund, Geheimrat v. Mikulicz. — Das Manuskript Nicoladonis war bei ihm in Verwahrung geblieben, bis ich es Anfang des Jahres 1906 von Breslau zurückgesendet erhielt.

Im März 1906 sandte ich dasselbe über dessen Aufforderung an Herrn Professor Henle, den einzigen Überlebenden der drei eingangs genannten Autoren für den unter Lieferung 40a bis im Jahre 1905 noch so in Vorbereitung angekündigten Band der „Deutschen Chirurgie" — welcher die Abhandlung meines Bruders Herrn Privatdozenten Dr. Riedinger in Würzburg übergab.

Im Juli 1906 wurde mir schließlich das Manuskript meines Bruders zurückgeschickt mit dem Bescheide, daß diese Monographie Nicoladonis in der „Deutschen Chirurgie“ nicht erscheinen werde, weil sie im wesentlichen ein Exzerpt aus seinem großen Werke über Skoliose, das schon in der „Bibliotheca medica“ veröffentlicht worden sei, darstelle.

Es war jedoch der besondere und gewiß berechtigte Wunsch meines unvergeßlichen Bruders, sein Werk über Skoliose, das Ergebnis seiner langjährigen, äußerst mühevollen Forschungen und Untersuchungen, einem möglichst großen Kreise von Fachgenossen zugänglich zu machen, welchem Wunsche gerade durch die Veröffentlichung seiner gekürzten, in knappe Form gebrachten Bearbeitung in der „Deutschen Chirurgie“ gewiß in weitestem Maße hätte entsprochen werden können. — Umsomehr, als durch die verhältnismäßig kleine Auflage in der „Bibliotheca medica“ einer sehr weitgehenden Verbreitung des Werkes meines Bruders in dieser schönen und vornehmen Ausgabe immerhin gewisse Grenzen gesteckt waren.

Weil also die Veröffentlichung dieser Bearbeitung Carl Nicoladonis in der gewünschten Form und an der in Aussicht genommenen Stelle nicht erfolgen kann, betrachte ich es als eine mir heilige Pflicht, die letzte Monographie meines geliebten Bruders separat zu veröffentlichen, hoffend, auf diese Weise doch noch seinen, mir so teuren Wunsch, wenn auch spät, erfüllen zu können.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle Herrn Hofrat Professor Julius Hochenegg in Wien für die große Freundlichkeit und die Ratschläge, welche er mir bei der Veröffentlichung dieses Werkes meines teuren Bruders auf das bereitwilligste zu teil werden ließ, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Die in diesem Werke vorgeführten Abbildungen sind teils Reproduktionen von Photographien nach Präparaten, welche mein Bruder selbst anfertigte, teils Reproduktionen der nach seinen Präparaten von ihm selbst ausgeführten Zeichnungen und nur einige wenige Figuren sind den Werken von anderen Autoren entnommen.

So übergebe ich denn dieses Werk Carl Nicoladonis, für welches er bis zu seinem letzten Lebenstage das lebhafteste Interesse empfunden hatte, hiemit der Öffentlichkeit, mit dem warmen, herzlichen Wunsche, daß dieses Buch jene weitgehende Verbreitung finden möge, welche mein unvergeßlicher Bruder gerade für seine, für die Kenntnis der Skoliose, besonders am kindlichen Skelette so wichtigen Detailuntersuchungen, so sehr gewünscht hat und daß dieses Werk, den so oft zum Ausdrucke gebrachten Intentionen seines Autors entsprechend, immer wieder zu neuen Forschungen und Studien auf dem Gebiete der Skoliose anregen möge.

Henriette Nicoladoni.

Wien, im September 1908.

I. KAPITEL.

Skoliotisches Skelett Erwachsener.

Topographie der Brust- und Bauchorgane.

Unter Skoliose versteht man die seitliche Verkrümmung der menschlichen Wirbelsäule.

Eine skelettierte alte habituelle Skoliose zeichnet sich gemeinhin durch zwei, von der Medianlinie ungleich abstehende, seitliche Hauptkrümmungen aus, s. Fig. 1 (Tafel I).

Eine dorsale, mit der Konvexität nach rechts schauende, lagert über einer lumbalen, nach links hin konvexen, gewöhnlich mindergradigen seitlichen Abweichung.

Die erstere beschreibt gewöhnlich einen weiteren und schärferen Bogen, ohne aber immer alle Dorsalwirbel in sich zu begreifen. — Sie ist immer die primäre — die letztere einen kürzeren und niedrigeren Bogen — sie ist immer die sekundäre.

Die habituelle Skoliose ist stets eine absteigende, vom Brustsegmente zum Lendensegmente fortschreitende.

Zwischen beiden Bögen wird der Übergang von einem zum anderen durch Wirbel vermittelt, welche in dem Lote des schwer verbogenen Systemes liegen bleiben, und als Interferenz-, Übergangs-, auch Schrägwirbel bezeichnet werden. Letzteres deswegen, weil sie als kurze Säulensegmente mit ihrer Achse schief im Systeme liegen.

Auf der Höhe des skoliotischen Bogens sitzen die Scheitelwirbel, so genannt nach ihrer Lage, auch Keilwirbel, weil sie die hervorragendste Gestaltveränderung skoliotischer Wirbel aufweisen.

Das rechtskonvexe Brustsegment einer ausgebildeten Skoliose liegt gewöhnlich in der Frontalebene.

Manchmal, und dann bei sehr scharfen Bögen, geht die Krümmung hinter diese, so daß sich zur Skoliose ein beträchtliches kyphotisches Element gesellt.

Es kann beim Anblicke einer Skoliose von vorneher, nicht entgehen, daß auf der Bogenhöhe die Keilwirbel mit ihrer Körpermasse mehr in der Konvexität gelagert sind, welches Phänomen nach auf- und abwärts, bis zu den Übergangswirbeln allmählich abnimmt, um an letzteren einem Zustande von Symmetrie Platz zu machen, um weiter nach abwärts sich genau so nach der anderen Seite hin zu wiederholen, so daß dadurch eine jede skoliotische Wirbelsäule gedreht erscheint, und zwar in der Art, daß der Wirbelkörper mit seiner größten Masse immer gegen die Konvexität der Krümmung hinsieht.

Diese eigentümliche, aus einer Form- und einer Lageveränderung der einzelnen Körper hervorgegangene Difformität der skoliotischen Säule stellt jenen vielumstrittenen Vorgang dar, welcher mit dem Namen der Torsion — der horizontalen Torsion — bezeichnet wird.

Rückwärts fällt an einer skoliotischen Säule auf, daß die Spitzen der Dornfortsätze niemals einen so hohen Bogen beschreiben, wie die Wirbelkörper. Sie streichen gegen die Konkavität um so stärker hin, je mehr sie in der Scheitelhöhe des Bogens liegen.

Ferner besitzen die Querfortsätze der konkaven Seite des dorsalen Segmentes einen mehr frontalen, jene der konvexen Seite aber einen nahezu sagittalen Verlauf, wodurch der Sulcus paraspinosus der konkaven Seite breit und flach, jener der anderen aber schmal und tief erscheint.

Die Rippen der konkaven Seite sind aufeinander, stellenweise bis zur Berührung zusammengeschoben, dünn, stäbchenförmig, sehr kompakt, gegeneinander flachgedrückt, mit überwallenden Kontaktflächen versehen, verlaufen mit ihren vertebralen Enden frontal, im Gegensatze zu den konvexseitigen Rippen, welche im

Bogenscheitel hoch entwickelt sind, weite Intercostalräume zwischen sich lassen, mit ihren vertebralen Enden scharf sagittal umbiegen, so daß um den Rippenwinkel herum ein nach hinten zu vorspringender Knöchel entsteht. — Durch Aneinanderreihen dieser Vorsprünge der benachbarten Rippen entsteht eine Folge von Höckern, welche in ihrer Gesamtheit den eigentlichen Buckel des Skoliotischen ausmachen.

Die starke Abknickung des konvexseitigen Rippenwinkels und das Andrängen des Scheitelwirbelkörpers gegen die Konvexität kann sich dermaßen steigern, daß sich dort Rippe und Wirbelkörper fast berühren, wodurch der konvexseitige Thoraxraum in einen vorderen größeren und einen hinteren kleineren Teil getrennt wird, s. Fig. 2 (Tafel II).

Dem hinteren Rippenbuckel entspricht auch ein vorderer, welcher der konkaven Seite angehört. Während nämlich die konkavseitigen Rippen sich in der Gegend des Angulus costae verflachen, biegen sie in der Nähe des Rippenknorpels scharf gegen die Thoraxfront um, Rippenknöchel erzeugend, die sich ebenso, wie jene der konvexen hinteren Seite durch die Anreihung der Nachbarn zu einem vorderen Rippenbuckel gestalten.

An der konvexen Seite der Krümmung sind sämtliche Rippen gesenkt. An der konkaven sind die Rippen des unteren Krümmungsschenkels mäßig gesenkt, — in der Mitte stehen sie horizontal und schließlich sind sie leicht erhoben. An dieser Lageveränderung nehmen die Querfortsätze den gleichen Anteil.

Im ganzen ist Rippensenkung das Charakteristikon der konvexen, Rippenhebung jenes der konkaven Seite. (Lorenz.)

Dies gilt in bezug auf die Wirbelkörper. Ins Skelett eingefügt, zeigen die Rippen einen mehr horizontalen Verlauf, was damit zusammenhängt, daß sich der Wirbelkörper auch gegen den Wirbelring gedreht hat. (Torsion des Wirbelringes, Torsion in frontaler Ebene.)

Diese Befunde werden nur an alten Skoliosen gefunden und weichen von jenen des Entwicklungsstadiums sehr ab, s. Fig. 3 und 4

(Tafel III). Die Rippenverbiegungen dieser Epoche sind sehr deutlich, besonders der Rippenbuckel der Konvexität ist nicht zu verkennen. Gleichwohl verlaufen die konvexe und konkave Rippe noch in einer Ebene und mit ihnen die Querfortsätze. Der Körper ist erst schwach torquiert, das heißt, in seinem Inneren umgeformt und in seiner Lage zum hinteren Bogensegmente gestört in der Art, daß die Distanz: Processus articularis—Bogenepiphyse an der konkaven Seite größer ist, als an der konvexen. — Es sei noch hingewiesen auf die beiden Gelenksfacetten der Processus articulares, ihre dadurch herbeigeführte Verkürzung und die durch sie bewirkte Flexionskontraktur der Wirbelsäule gegen diesen Fortsatz hin. —

Das Sternum weicht mit der Spitze bei Skoliosis dextro-convexa gewöhnlich nach links ab, eine durch dasselbe direkt nach hinten gelegte Ebene fällt bei hochgradiger habitueller Skoliose vollständig in die Konkavität der Krümmung des mittleren Brustsegmentes.

Die konvexe Thoraxhälfte ist in allen Dimensionen verkleinert. Auch ihre Höhe ist selbstverständlich vermindert. Kommt es an der konvexen Seite zur Berührung zwischen Wirbelkörper und Innenfläche der Rippen, dann ist der hintere Anteil dieser Thoraxhälfte sehr klein oder ganz obsolet geworden.

Dem gegenüber nimmt die Kapazität der konkavseitigen Thoraxhälfte zu. An Höhe büßt sie aber wegen der Krümmung ebenso ein wie ihre Nachbarin.

Ein Horizontaldurchschnitt durch den habituellen skoliotischen Thorax stellt eine schief gelagerte Ellipse dar, deren rechter Diagonaldurchmesser, von rechts hinten (hinterem Buckel) nach links vorne (vorderem Buckel) verlaufend, die große Achse darstellt, welche die linke Diagonale (kleine Achse) an Länge weit überragt. So bei dextro-konvexer Brust-Skoliose, umgekehrt bei sinistro-konvexer Verkrümmung.

Veränderungen innerer Organe.

Es sind Gestalt- und Lageveränderungen. Zunächst werden Brust- und Bauchhöhle um ebenso viel kürzer, als die Wirbelsäule an Höhe verliert. Es berühren die untersten Rippen den Darmbeinkamm, der Bauch geht ins Breite, das Zwerchfell wird emporgedrängt.

Der rechte Thorax wird enger, die rechte Lunge verkleinert und teilweise obsolet.

Sommer 1901 hatte ich Gelegenheit, an der Leiche einer hochgradig skoliotischen Frau die gestörten topographischen Verhältnisse des Thorax und Abdomens zu skizzieren.

Fig. 5 (Tafel IV) zeigt den kurzen, dem Becken aufsitzenden Thorax mit seinem linken vorderen Rippenbuckel, die weite untere Thoraxapertur, die nach rechts gedrängte Leber, den steil gestellten, weit herabreichenden Magen, mit seiner vertikalen kleinen Kurvatur; das nah an der Symphyse gelegene Colon transversum.

Nach Hinwegnahme der ungleich großen Lungen und des horizontal gelagerten, sonst gesunden Herzens, sieht man die geräumige linke Thoraxhälfte, zum Unterschiede von der knappen, viel kleineren rechten konvexseitigen Thoraxhälfte, s. Fig. 6 (Tafel V).

Die Trachea liegt in der mittleren Sagittalebene.

Die Brustwirbelsäule ist stark, fast zur Berührung der konvexseitigen Rippen nach rechts hin ausgebogen, läßt die falxähnliche Fascia longitudinalis anterior erkennen. Die Aorta, mehr in der Konkavität der Krümmung liegend, scheint von der Front der Wirbelkörper dorthin herabgerutscht zu sein.

In der medialen Sagittalebene liegt der weite, schlaffe und kurze Oesophagus — in der oberen Brustapertur nach links und hinter der Trachea im hinteren Mediastinum, etwas gegen die Konvexität (nach rechts) sanft ausgebogen, wendet er sich oberhalb des hochgestellten Zwerchfelles, wie zu lang geworden, mit scharfer, nach vorn konkaver Krümmung zum Hiatus oeso-

phageus, um zur Cardia des senkrecht gestellten Magens zu gelangen.

Das Zwerchfell ist in seiner rechten vorderen Hälfte durch die vertikal entwickelte Leber emporgehoben — noch höher seine linke Hälfte, teils durch den Fundus des Magens, teils durch die linke große Niere.

Der Pylorus tief gelagert, die kleine und große Magenkurvatur vertikal gestellt, ebenso wie das Anfangsstück des Duodenums, s. Fig. 7 (Tafel VI).

Die Gallenblase in der rechten Flanke untergebracht, ebenso der vertikale Schenkel des Duodenums, während dessen dritter Abschnitt im Niveau des Darmbeinkammes nach links hinüberzieht.

In Fig. 8 (Tafel VII) liegt die Aorta vor den Wirbelkörpern der starken linkskonvexen Skoliose des Lendensegmentes.

Die rechte Niere klein, in einer tiefen Nische zwischen der Konkavität des Lendensegmentes und hinter der Ebene des Darmbeinkammes untergebracht, fast horizontal, mit dem Hilus nach aufwärts sehend, an einer langen, quer über die Wirbelsäule herüber verlaufenden Arteria renalis hängend. Sie ist zylindrisch gestaltet und kleiner als ihr Gegenüber. Ihren, hier inneren Pol, begrenzt der obere Rand des fächerförmig von der Konkavität des Lendensegmentes breit entspringenden Musculus psoas, über welchen quer hinüber der rechte Ureter geschlängelt und anscheinend zu lang sich ins kleine Becken versenkt.

Die linke Niere ist beträchtlich größer als die rechte, besitzt einen viel weiteren Hilus, ist zylindrisch und in toto aus ihrer Nische nach vorne herausgedrängt.

Ihre Arteria renalis sinistra entspringt ein paar Wirbel nach abwärts vom Ursprunge der Arteria renalis dextra, senkrecht aus der Konvexität der Aorta abgehend, um nach kurzem, geradem Verlaufe in das obere Ende des Hilus einzumünden.

Der linke Musculus psoas schmächtig, spindlig — an seinem inneren Rande verläuft der linke Ureter, sehr geschlängelt gegen das kleine Becken.

Über den Oesophagus berichtet v. Hacker*), daß im allgemeinen der Einfluß der seitlichen Verkrümmungen der Wirbelsäule auf den Oesophagus ein geringer sei.

Im unteren Brustteile kann er, abgesehen davon, daß er manchmal in leiserem Bogen die Deviation der Wirbelsäule unvollständig mitmacht, Ausbuchtungen und Einkerbungen zeigt, auch so abgebogen werden, daß er einen nach vorne offenen Winkel bildet, ein Umstand, der, wie unsere damit übereinstimmende Abbildung zeigt, mit der Höhenabnahme des Thorax zusammenhängt.

In unserem Falle war in viva die Einführung des Oesophagusrohres zwecks Ausspülung des Magens unmöglich geworden.

In chirurgischer Hinsicht interessieren uns die sekundären Erkrankungen der Nieren bei Skoliose. Da es sich bei alten hochgradigen habituellen Skoliosen gemeinhin um eine sinistro-konvexe Verkrümmung des untersten Brust- und anschließenden Lendensegmentes handelt, so ist es vorzugsweise die linke Niere, welche durch Senkung und Annäherung der untersten Rippen an die Konvexität der Wirbelsäule, aus ihrer Nische nach vorne herausgedrängt, oder von der 12. und 11. Rippe eingezwängt wird. Beide Vorgänge können durch Knickung und Kompression des linken Ureters zu Hydronephrosen führen, und Israel erwähnt in seiner „Chirurgischen Klinik der Nieren" einen operierten Fall, bei welchem infolge Kompression der linken Niere durch die 12. Rippe es zu einer Art Abschnürung ihres unteren Poles, zu einer Art Schnür-Niere gekommen war.

Bekannt ist die Hypertrophie und Dilatation des Herzens Skoliotischer, verursacht durch teilweise Verödung der Lunge und durch jene scharfen Knickungen der Aorta, welche durch Mit-

---

* v. Hacker. Zur Kenntnis des Einflusses der Krümmungen der Wirbelsäule auf die Weite und den Verlauf des Oesophagus. „Wiener medizinische Wochenschrift", 1887. Nr. 46.

beteiligung dieses Gefäßes an den scharfen Verkrümmungen der mit ihm fest verbundenen Wirbelsäule erzeugt werden.

In bezug auf diese und die Erkrankungen der Organe des Thorax und Abdomens infolge von Skoliose und Kyphose mag hier auf das im Jahre 1899 erschienene Sammelwerk M. Bachmanns, „Bibliotheca medica“, Abteilung D. 1, Heft 4, verwiesen werden, in welchem mit erschöpfender Gründlichkeit alles zusammengestellt und bearbeitet ist, was die Benützung des Materiales der Breslauer pathologischen Anatomie im Laufe von 14 Jahren und ein umfängliches Literaturstudium zu Tage förderte.

*

Anatomie einzelner hochgradig skoliotischer Wirbel.

Der dorsale Scheitelwirbel, s. Fig. 9 und 10 (Tafel VIII).

Von oben her gesehen erkennt man, daß der Wirbelkörper gegen seinen Ring, schief gegen die Konvexität hin geneigt ist, in der Art, daß das Wirbelloch ein gegen die Konvexität hin schief verzogenes Oval darstellt.

Nur der zwischen beiden Gelenksfortsätzen gelegene hintere Bogenabschnitt — das Segmentum interarticulare — ist der am wenigsten verlagerte Teil, der auch seine normale Gestalt bewahrt hat. — Vor ihm neigt sich die konkave Bogenwurzel stark gegen die Konvexität, während die konvexseitige Bogenwurzel steil sagittal aufgestellt ist und das anliegende konvexseitige Rippenstück in diese neue Lage mitnimmt, s. Fig. 10 (Tafel VIII).

Der konkavseitige Querfortsatz liegt fast in einer Flucht mit dem Segmentum interarticulare, dem Verlaufe des konkavseitigen Rippennachbarstückes entsprechend.

Die — wenn noch vorhandene — konkavseitige Epiphysenfuge ist stark nach vorne und medialwärts in den Wirbelkörper hinein verschoben und die Masse des Wirbelkörpers liegt gegen die

konvexe Seite hin geschwenkt. Die Distanz: konkavseitiger Gelenksfortsatz—konkavseitige Bogenepiphysenfuge überragt die analoge konvexseitige Linie um ein beträchtliches.

Der konkavseitige Gelenksfortsatz ist auf eine fast horizontale Fläche zusammengepreßt, sein Gegenüber jedoch steht aufrecht, ja steiler als gewöhnlich.

Die konkavseitige Bogenwurzel ist schmächtig, ihr Visavis dick und walzig.

Der Wirbelkörper selbst ist auf seiner konkaven Seite niedrig, ausgekehlt, die Basalfläche überragend, an alten Skoliosen auch umgekrempelt.

Die konvexe Seite ist hoch, trägt weite Gefäßlücken und große Artikulationsflächen für die Rippenköpfchen.

Das Venenemissarium seiner hinteren Wand steht in der Konvexität.

*

Der lumbale Scheitelwirbel, s. Fig. 11 (Tafel IX).

An ihm wiederholen sich nur teilweise diese Anomalien. Das sonst dreieckige Wirbelloch ist mit seiner konvexseitigen Spitze stark nach dieser Seite hin verzogen, ihr Winkel viel spitzer geworden.

Am skoliotischen Lendenwirbel ist aber mit gesetzmäßiger Regelmäßigkeit zum fundamentalen Unterschiede vom Dorsalwirbel die konkavseitige Bogenwurzel immer dicker und walzenförmig, der gleichseitige Gelenksfortsatz mächtig, der Processus transversus klein, nach hinten zielend. Hingegen nimmt sein konvexer Partner als ein langer, scharf ausgeprägter Processus transversus einen streng frontalen Verlauf.

*

Am Schräg- oder Interferenzwirbel, s. Fig. 12 und 13 (Tafel X), laufen beide Basalflächen zueinander parallel, sind aber im

Sinne der darüber und darunter gelegenen Verkrümmung gegeneinander verschoben; in gleicher Weise sind die Seitenflächen geneigt. Er hat die Gestalt eines geneigten Zylinders. An der vorderen Wand findet sich eine spiralige Furchung, ein Abdruck der gleichgefaserten Fascia longitudinalis anterior. Gegen seinen Körper erscheint der Bogen um eine sagittale Achse gedreht in der Art, daß der eine durch seinen Querfortsatz markierte Flügel höher steht, als der andere, sobald man den Körper auf seine untere Basalfläche stellt. (Torsion des Wirbelringes nach Albert.) Stellt man ihn jedoch so, wie er in der Gesamtsäule zu liegen kommt, id est schräg, so nähert sich das Segmentum interarticulare der Horizontalen, zum Zeichen, daß dieses bei allen Lageveränderungen des Wirbelkörpers den größten Widerstand gegen Ortsveränderungen leistet. Diese sagittale Torsion hört dort auf, wo die Schrägstellung des Wirbelkörpers verschwindet, das ist am Keilwirbel und seinen nächsten Nachbarn.

*

Während der habituellen Skoliose eine rechtskonvexe Dorsal- und eine linkskonvexe Lumbalkrümmung eigentümlich ist, von denen die erstere gemeinhin die primäre, die letztere die sekundäre ist und gewöhnlich erst nach dem 8.—10. Lebensjahre sich allmählich entwickelt, zeichnet sich die nächst häufige seitliche Wirbelsäulenverkrümmung, die rhachitische, gemeinhin durch einen großen, mit der Konvexität nach links gerichteten, über alle Dorsalwirbel sich erstreckenden Bogen aus, in welchen manchmal auch ein Teil des Lendensegmentes mit einbezogen wird.

Sie gehört den von der Rhachitis beherrschten ersten Lebensjahren an, breitet sich bald über die ganze Wirbelsäule aus und ist, im Falle als zwei skoliotische, das ist ein großer linkskonvexer Dorsal- und ein viel kleinerer rechtskonvexer Lumbalbogen entwickelt sind, häufig dadurch ausgezeichnet, daß knapp unter dem Übergangswirbel der kurze lumbale Bogen einer abrupten Konkavität, einer förmlichen Knickung, unterworfen ist, wobei die kon-

kave Seite des lumbalen Keilwirbels entweder sehr tief ausgekehlt ist, oder wie eingebrochen aussieht, und die scharfen, weit ausladenden Ränder der stark gegeneinander geneigten Basalflächen sich nach auf- und abwärts umkrempeln.

Manchmal ist ein solches lumbales rhachitisches Segment auch kyphotisch eingeknickt.

Im übrigen erleiden in einer rhachitischen Skoliose die Einzelwirbel die gleichen Bewegungen und Umformungen, welche an der habituellen Skoliose gefunden werden.

II. KAPITEL.

Bänder und Zwerchfell.

Architektur der Skoliose Erwachsener.

Die Fascien der skoliotischen Wirbelsäule.

Über ihre normale Anatomie gibt Luschka folgende Beschreibung:

„Das vordere Längsband stellt eine am vorderen Umfange der Wirbelsäule herablaufende Gesamtheit sehnenartiger Faserzüge dar, über deren Anordnung zu bemerken ist, daß nicht sämtliche Bündel ihrer ganzen Länge nach herablaufen, sondern, daß aus den tieferen Schichten platte, dünne Faszikel abgehen, welche nur über den vorderen Umfang je einer intervertebralen Scheibe herabziehen, um sich in der Knochenhaut des nächsten Wirbelkörpers zu verlieren.“

Als schmaler Streifen vom Tuberculum atlantis anterius herabsteigend, zerfällt die Bandmasse, breiter und dicker geworden, an der Brust- und Lendenwirbelsäule in einen mittleren, dickeren und dichteren Abschnitt und in zwei seitliche, platte Bündel, durch Blutgefäßspalten von ersterem geschieden.

Die seitlichen Teile des Bandes erstrecken sich bis in die Nähe der Ausstrahlung der Ligamenta radiata.

Mit dem Perioste der Wirbelkörper hängt das Band so fest zusammen, daß seine Ablösung ohne Störung der Kontinuität einer gemeinschaftlichen Faserung nicht gelingen kann; es ist daher entsprechend den Wirbelkörpern dicker und in der hinteren Fläche sehr rauh.

Über die Intervertebralscheiben zieht es ohne Faseraustausch herab; es hängt damit nur durch einen lockeren Zellstoff zusammen.

„Das hintere Längsband steht hingegen mit der Intervertebralscheibe in fester Verbindung, ist aber dafür über die konkave hintere Fläche der Wirbelkörper so hinweggespannt, daß es die dort austretenden Venae basivertebrales schützend überlagert."

An skoliotischen Wirbelsäulen findet man im Bereiche der Krümmung folgendes Verhalten der Fascia longitudinalis anterior, s. Fig. 14 (Tafel XI):

Das vordere Längsband zieht nicht über die gegen die Konvexität am meisten prominenten Teile der Wirbelkörper hinüber, sondern es ist, wie diese, höchst asymmetrisch verändert.

Es ist auf Seite der Konkavität die Trennung in ein mittleres und seitliches Faszikel völlig verschwunden und statt dessen ein einheitlicher, dicker, scharf ausgeprägter konkaver Rand dieses Bandes zu sehen, der falxähnlich in der konkaven Krümmungsbucht vorspringt.

Diese Falx läuft nicht über die konvexeste Partie der skoliotischen Wirbelkörper, sondern ist weit gegen die Konkavität hin gelegen.

An der konvexen Seite der Verkrümmung wird die Fascia longitudinalis anterior immer dünner und faserärmer, überzieht, immer schmächtiger werdend, den konvexesten Teil der Wirbelsäule, mit ihren letzten Fasern nahe an den vorderen Rand der Intervertebrallöcher herantretend.

Sobald eine Krümmung vollendet ist und die nächste obere oder untere beginnen soll, streicht das vordere Längsband über einen indifferenten Wirbel hinweg, nach beiden Seiten hin mit deutlichem Rande sich abgrenzend, mit einem unterscheidbaren mittleren und zwei seitlichen Teilen. An solchem Übergangswirbel ziehen die Bandfasern in verschieden steiler Schraubenlinie herunter und erwecken hier noch am ehesten den Eindruck, als ob dieser Wirbel in seiner Masse durch ober- und unterhalb in

entgegengesetztem Sinne drehende Kräfte gewunden worden wäre, s. Fig. 15 (Tafel XII).

Die Fascia longitudinalis posterior zeichnet sich durch ein gerade entgegengesetztes Verhalten aus, das mit ihrer Verbindung allein mit der Zwischenwirbelbandscheibe zusammenhängt.

Dieses Band zeigt, s. Fig. 16 (Tafel XIII), eine im ganzen symmetrische Bildung, besteht wie in der Norm aus einem mittleren, an allen Wirbelbandscheiben haftenden Teile und zwei seitlichen Teilen, die breit fächerförmig von einer Bandscheibe entspringend, mit konvergierenden Fasern an die Seite des mittleren Teiles des Längsbandes herantreten, um von dort wieder fächerförmig ausstrahlend zur nächsten Zwischenwirbelbandscheibe emporzusteigen.

Dieses in sich wenig veränderte Band zieht nur mehr an den Schrägwirbeln über die Mitte der hinteren Wirbelwand. Hier allein fällt seine Mitte mit der Wirbelmitte zusammen.

Darüber und darunter geht das Längsband immer mehr und mehr aus der Wirbelmitte heraus, wendet sich rasch gegen die Konvexität, so daß die Distanz der Bandmitte von den Bogenwurzeln auf Seite der Konvexität der Krümmung immer kleiner, auf Seite der Konkavität immer größer wird.

Mit dem hinteren Längsbande sind auch die hinteren Emissarienlöcher gegen die Konvexität der Krümmung hinausgewandert und nach wie vor werden sie auch an der skoliotischen Wirbelsäule von der Fascia longitudinalis posterior überbrückt.

Im Zusammenhange damit zeigt die Zwischenwirbelbandscheibe das merkwürdige Ergebnis, daß nur an den indifferenten Wirbeln der Nucleus pulposus, die unzweifelhafte Wirbelkörperachse, in der Mitte der Bandscheibe zu finden ist.

Darüber und darunter verläßt er die Bandmitte und ist immer asymmetrisch und umsomehr lateral gegen die Konvexität und die Vorderfront verlagert, je näher dem Scheitelwirbel die Bandscheibe gelegen ist.

Um diesen exzentrisch gestellten Nucleus, s. Fig. 17 und 18 (Tafel XIV), lagern die Faserschichten in wenig geregelter Anordnung.

Verlauf der Knochenbälkchen in der skoliotischen Wirbelsäule.

Die Aufdeckung der Architektur der Wirbelkörper ist wichtig für die Entscheidung der Frage, ob die horizontale Torsion der Wirbelsäule in einer Windung des Knochengefüges bestehe, etwa wie an einem Taue oder an einem ausgewundenen Wäschestücke im Sinne der Darstellung von Lorenz, Fischer und Albert in dem II. Bande seines „Lehrbuches der Chirurgie".

Über die Architektur der skoliotischen Wirbelsäule ist nach entsprechender Präparation der hinter der Kompakta gelegenen Knochenschichte, s. Fig. 19 (Tafel XV), folgendes auszusagen:

An den Scheitelwirbeln zeigt die unter der Kompakta gelegene Spongiosa keinen bestimmten Typus in der Anordnung der Knochenbälkchen. Dessen Charakter ist ein ganz indifferenter, höchst ungeordneter.

Je älter und hochgradiger eine Skoliose geworden ist, um so atrophischer ist auch das Gebälke eines Keilwirbels.

An den Schrägwirbeln allein findet sich eine bestimmt auftretende Anordnung, in Gestalt einer schrägen Stellung der an ihrer vorderen Seite befindlichen Faserzüge der Kompakta. Kocher meint, daß bei der Abweichung der Wirbelsäule nach zwei verschiedenen Richtungen hin, das vordere Längsband in schräger Richtung gezerrt wird und diese Zerrungsrichtung auf das mit dem Bande innigst verbundene Periost übertragen wird.

Dies gilt jedoch nur für die Kompakta eines Schrägwirbels. Nach Klarlegung der äußersten Schichte der Spongiosa einer ganzen skoliotischen Wirbelsäule erkennt man, daß nur den Übergangswirbeln allein ein gesetzmäßig wiederkehrender Typus in der Anordnung der Knochenbälkchen eigentümlich ist. Statt senkrecht auf den Basalflächen der Wirbelkörper zu stehen, findet sich am skoliotischen Schrägwirbel die eigentümliche Tatsache, daß sie schief auf sie gerichtet sind, und zwar um so schiefer, je mehr der bloßgelegte Übergangswirbel der Sagittalebene des Skelettes benachbart ist.

Es fällt ferner auf, daß die Scheitelwirbel nur an der konkaven Seite der Krümmung noch eine gewisse Festigkeit besitzen, während an der konvexen Seite das äußerst zartmaschige ganz atypische Knochengebälke von weiten Markräumen unterbrochen ist, zum Zeichen, daß an alten hochgradigen und längst fixierten Skoliosen das Knochengewebe der am höchsten in der Konvexität einer Verkrümmung gelegenen Wirbelkörper außer jede statische Verwendung geraten ist und daher einem unvermeidlichen Zustande von exzentrischer Atrophie verfiel.

Aber nicht bloß an alten hochgradigen, sondern auch an geringgradigen Skoliosen, wie in Fig. 20 (Tafel XVI), findet sich der gleiche Vorgang. Auch an dieser schwachgekrümmten, noch jungen Skoliose findet sich keine Windung der subkortikalen Spongiosa. Hier stehen die tragenden Knochenbälkchen noch senkrecht gegen die Basalflächen; nur in den konkaven Wirbelkörperseiten erscheinen die Maschen der Spongiosa enger, die Bälkchen gröber, das Knochengefüge daher dichter als an der poröseren konvexen Seite der Verkrümmung.

Unternimmt man es, eine höhergradige Skoliose mit Salzsäure zu dekalzinieren, so fällt auf, daß ein paar Tage genügen, um aus den Scheitelwirbelkörpern die Kalksalze zu entfernen. Aber in der gleichen Zeit bleiben die Knochenmassen, welche an einer alten und fixierten Verkrümmung in der tiefen Höhlung der Konkavität der Skoliose aus der Verschmelzung der Wirbelbögen, Processus articulares, Processus transversi und Rippenhälse untereinander gebildet werden, vollkommen hart.

Es zeigt dieser Umstand, daß, obwohl diese Teile in sich zusammengekrüppelt sind, sie doch eine ungemeine Dichtigkeit erlangt haben, eine Eburneation eingegangen sind, daß daher in einem asymmetrisch geformten skoliotischen Wirbel auch das Knochenbaumaterial asymmetrisch verteilt ist.

Es sei noch erwähnt, daß die Ligamenta radiata an beiden Seiten einer Skoliose ein verschiedenes Verhalten zeigen, s. Fig. 21 und 22 (Tafel XVII und XVIII).

Das mächtigere untere Bündel des Ligamentum radiatum, welches hier besonders in Frage kommt, ist an der konkaven Seite kurz, straff und enggefasert, während an der konvexen Seite desselben Wirbels dieses Band sich in doppelt so langen, auseinandergefaserten, nahe an die seitlichen Venenemissarien herankommenden Zügen verbreitet.

Diese Verhältnisse zeigen, daß die unter diesen Bändern gelegenen Knochenmassen an der konvexen Seite nach allen Richtungen auseinandergezogen und auseinandergedehnt worden sind.

Einfluß der Skoliose auf das Zwerchfell.

Fig. 23 (Tafel XIX) zeigt eine dextro-konvexe Lumbalskoliose, beginnend am 10. Brustwirbel, ihren Höhepunkt am I. Lendenwirbel erreichend, bis zum III. Lendenwirbel sich erstreckend.

Die inneren Crura der Portio vertebralis des Zwerchfelles entspringen am II. Lendenwirbel, die Crura media vom I. Lendenwirbel. — Diese sind, obwohl vor dem Kulminationspunkte der Skoliose, nicht gewunden, wie eine als Windung aufgefaßte Torsion dies erfordern müßte.

Der über 1 *cm* breite rechte innere Schenkel besitzt zwei verschiedene sehnige Insertionen, wovon die äußere fächerförmig, mit gleichmäßiger Faserverteilung sich an die Vorderfläche des II. Lendenwirbels anheftet, während die innere überdies noch Fortsätze über die nächste Zwischenwirbelbandscheibe nach abwärts schickt, welche sich in dem mächtigen vorderen Längsbande verlieren.

Die mittleren vertebralen Faszikel steigen von dem I. Lendenwirbel direkt nach aufwärts empor in die Masse der Pars carnosa diaphragmatis, das konvexseitige Bündel ist aber fast dreimal so breit, als das konkavseitige.

Der Hiatus aortae ist lang und sehr geräumig, desgleichen die seitlichen Spalten für Vena azygos und hemiazygos.

Diese Verhältnisse vertragen sich nicht mit einer Windung der dahinter gelegenen Wirbelsäule.

*

Horizontale Fournierschnitte und solche, welche durch die konkavseitige Bogenwurzel zu dem diametral gegenüberliegenden Punkte eines Dorsalwirbelkörpers einer alten erwachsenen Skoliose geführt wurden, s. Fig. 24 und 25 (Tafel XX und XXI), zeigen ein dichtes, kompaktes Gefüge der konkaven Seite, während innerhalb des Körpers größtenteils eine ungeordnete weitmaschige Spongiosa vorherrscht, in welcher nur am horizontalen Schnitte eine radienförmige Anordnung von Knochenbälkchen erkannt wird, die von der konkavseitigen Bogenwurzel her in den Körper ausstrahlen, s. Fig. 24 (Tafel XX).

Es ergibt sich daraus, daß an einer alten skoliotischen Wirbelsäule asymmetrisch angeordnete Lager von kompakter Knochenmasse auftreten, sobald zwei oder mehrere übereinander liegende Kurven sich ausgebildet haben, und daß das Gros kompakter Knochenmassen immer in der Tiefe der Konkavität gefunden wird.

Fig. 26 (Tafel XXII) zeigt einen aus dem Scheitel einer skoliotischen Brustwirbelsäule ausgesägten 9. Dorsalwirbel. Es findet sich hier um den früheren Processus articularis herum eine diesen, sowie den Processus transversus ummauernde Knochenmasse *a* gelagert, mittelst welcher der 9. Brustwirbel mit seinem oberen Nachbar ankylotisch verbunden war, unter Vermittlung einer die gedachten Teile weit überschreitenden elfenbeinharten, äußerst dichten Knochenmasse.

Dieser Befund läßt erkennen, daß bei einmal fixierter Skoliose die konkavseitigen Partien der Wirbelsäule die schmächtigeren, in ihrem inneren Gefüge aber die dichteren sind, während gegenüber die umgekehrten Verhältnisse obwalten.

Diese innere Transformation hat ihre Analogie in der von W. Roux, P. Langerhans und S. Sikorski aufgedeckten Architektur der winkligen knöchernen Ankylose des Kniegelenkes.

Wo immer an die relative Festigkeit des Knochens die größten Ansprüche gestellt werden, dahin wird die dichteste Knochenmasse geworfen. Dementsprechend findet sich auch bei der Skoliose an

der konkaven Seite der Krümmung um die Processus articulares und ihre Nachbarschaft herum ein Zusammendrängen kompakter Knochenmasse im Gegensatze zum weitspongiosen Knochengefüge der konvexen Seite.

Die fertige, fixierte erwachsene Skoliose ist daher als eine feste knöcherne Ankylose zu betrachten, die folgende Statik aufweist: Auch bei hochgradiger Skoliose fällt die Schwerlinie in das Kreuzbein. Die meisten Wirbelkörper liegen außerhalb des Lotes und nur die Schrägwirbel werden noch mit ihren Körpern zum Tragen verwendet. Schon vom zweitnächsten Wirbel darüber oder darunter an werden die nach der Seite ausgewichenen Wirbelkörper statisch immer wertloser. Sie überlassen das Tragen des Stammes einer mit der Schwerlinie des Rumpfes zusammenfallenden kompakten Knochenmasse, welche, nur wenig segmentiert, mehr wie eine harte starre Latte den Körper trägt.

In dieser Statik ist die Architektur der Schrägwirbel begründet. In ihnen, den allein noch tragenden, haben die Knochenbälkchen sich so umgelagert, wie es die Anpassung an die neue Statik des Systems erfordert. — Je mehr der Schrägwirbel geneigt und gegen seinen Bogen abgedreht ist, um so mehr müssen die im Lote und in der Horizontalen sich neuaufbauenden Knochenbälkchen gegen die Basalflächen geneigt sein.

Bevor jedoch eine Skoliose in den abgeschlossenen Zustand der Ankylose getreten ist, hat sie ein Vorstadium der Gelenkskontraktur durchgemacht, das am besten an kindlichen habituellen und rhachitischen Verkrümmungen studiert wird.

III. KAPITEL.

Architektur der kindlichen Skoliose.

Das Studium der Umbildung eines normalen Wirbels in einen skoliotischen muß an den Anfangsstadien der Verkrümmung kindlicher Wirbelsäulen unternommen werden.

Es ist mir vergönnt gewesen, **zum ersten Male** die Anatomie der kindlichen Skoliose, habituellen und rhachitischen Ursprunges zu bearbeiten, und zwar an dünnen Fournierschnitten dekalzinierter Knochen, welche in horizontaler Richtung durch Wirbelkörper und Bogen und in vertikaler Richtung durch Gelenksfortsätze und Bogenwurzel hinein in den Körper und schließlich in frontaler Ebene geführt wurden.

Nur so wird man den Hauptdimensionen gerecht, in welchen sich die Asymmetrien entfalten, da ja, wie Albert so einsichtsvoll bemerkt, „ein skoliotischer Wirbel die Asymmetrien seines Baues nach so verschiedenen Richtungen zeigt, daß kaum ein Punkt der konkavseitigen Hälfte zu dem entsprechenden Punkte der konvexseitigen Hälfte die normale Relation zeigt. Der Gesamteindruck ist wohl der, daß, was in der einen Dimension verloren geht, in der anderen gewonnen wird".

„Im ganzen und großen macht es den Eindruck, als ob die konvexe und die konkave Wirbelhälfte jede ein gleiches Quantum an Materiale, aber in asymmetrischer Verteilung aufwiese."

In diesen Worten ist das Wesen der Skoliose klargestellt.

Die hier vorgeführten Abbildungen sind Reproduktionen von Photographien in $1\frac{1}{2}$ der natürlichen Größe.

Horizontalschnitte

durch die einzelnen Wirbelkörper einer kindlichen Dorsalskoliose lehren folgendes, s. Fig. 27 (Tafel XXIII):

Beide Processus transversi verlaufen noch in einer Geraden, die als Grundlinie des Flächenbildes sich darstellt. Zu ihr bildet die Achse der konkavseitigen Bogenwurzel einen stumpfen Winkel von veränderlicher Größe, je nach dem Grade der Skoliose, während die konvexe Bogenwurzel fast rechtwinklig aufgestellt ist oder nach der konvexen Seite überneigt.

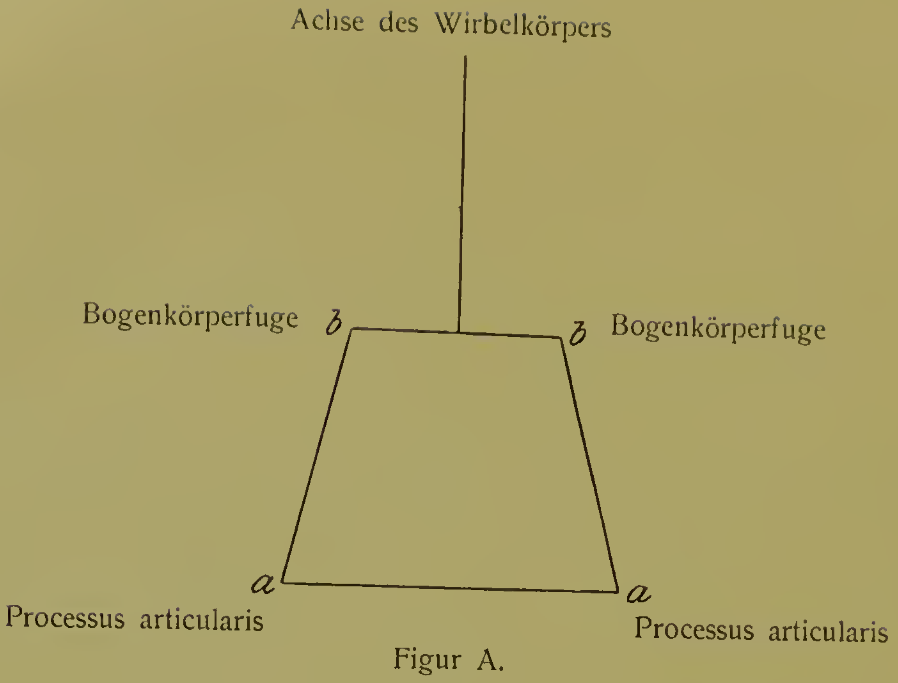
Die konkavseitige Epiphysenfuge ist immer in ihrer ganzen Ausbreitung erhalten, hat aber eine Neigung gegen die Konvexität hin bekommen und ist von der Grundlinie des Flächenbildes weiter entfernt als die Bogenfuge der konvexen Seite, mehr in den Wirbelkörper hineingeschoben.

Wenn man bei einem normalen kindlichen Wirbel durch die Verbindung der Basalteile beider Gelenksfortsätze, ferner beider Epiphysenfugen und dieser letzteren mit den ersteren ein regelmäßiges Trapez konstruieren kann, so entsteht dagegen durch die Verbindung dieser analogen Punkte eines skoliotischen kindlichen Brustwirbels ein Trapezoid, das gegen die Konvexität der Krümmung hin geneigt ist, s. Fig. A und Fig. B, Seite 28.

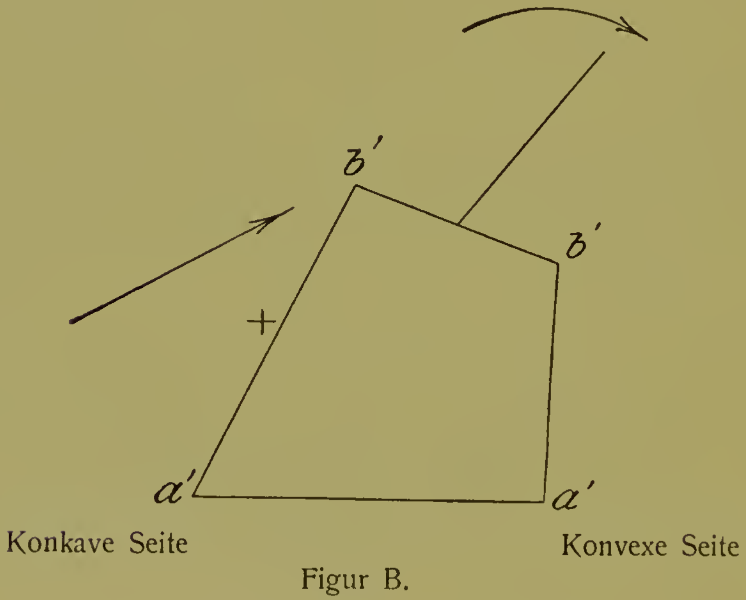
Die konkavseitige Bogenwurzel (Distanz: Processus articularis — Körperfuge) ist immer länger als die konvexseitige, auch das Körperstück der Bogenwurzel an der konkaven Seite länger als das Gegenüber.

Die konvexseitige Bogenkörperknorpelfuge wird beim skoliotischen kindlichen Wirbel stets defekt. Nur ihr am Basalknorpel haftender Teil ist vollständig, in der Mitte des Wirbels zerfällt sie entweder in mehrere Stücke oder fehlt gänzlich, das heißt, sie bekommt eine zentrale Lücke, um erst wieder an der unteren Basalfläche vollständig zu werden.

Die konkave Fuge kann verbogen und gefaltet werden, leistet aber der Zerstörung einen anhaltenden Widerstand.



Figur A.



Figur B.

a a a' a' Segmentum interarticulare.

Das längere konkavseitige Bogenstück ist am Dorsalsegmente immer schmächtiger, das Gegenüber kürzer, dafür dicker und von einer weitmaschigen Spongiosa erfüllt.

Der Processus transversus der konkaven Seite ist voluminöser als sein Partner, seine Spongiosa weitmaschiger, wie aufgeblasen.

Die hintere Begrenzungsfläche des Wirbelkörpers hat eine Schwenkung gegen die Konvexität durchgemacht und durch sie, sowie die größere Länge der konkaven Bogenwurzel und die Neigung beider lateralen Bogenstücke gegen die Konvexität hin, erscheint das Wirbelloch gegen die Konvexität hin verschoben und bildet im Horizontalschnitt ein Oval, dessen große Achse gegen die Konvexität geneigt ist, dessen Breite vorne konvexseits, dessen Spitze aber hinten konkavseits gelegen ist.

Die Fascia longitudinalis posterior ist gegen die Konvexität hin verschoben, ebenso das Venenemissarium, s. Fig. 28 (Tafel XXIII).

Der zwischen beiden Bogenepiphysen eingeschlossene Wirbelkörper ist gegen die Konvexität hin geschwenkt, was man besonders an den oberen ersten skoliotischen Brustwirbeln, s. Fig. 27 (Tafel XXIII), die eine vierseitig prismatische Gestalt haben, zu erkennen vermag. Die vordere, hier breite Wirbelfläche ist gegen die Konvexität hin geschwenkt, und auch die seitlichen Begrenzungsflächen neigen sich ebenso wie die lateralen Bogenstücke.

Die Spongiosa der Dorsalwirbelkörper ist asymmetrisch gewoben, s. Fig. 28 (Tafel XXIII). Gegen die konkave Bogenfuge zu ist sie engmaschig aus dickeren Knochenbälkchen genetzt, in dem konvexen Anteile jedoch weitmaschig, aus zarten und in ihrer Mitte aus allerzartesten Bälkchen gewoben und dort von ineinanderfließenden Lücken unterbrochen.

An den oberen Dorsalwirbeln einer sinistro-konvexen Skoliose zeigt die normal scharf konvexe Vorderseite eine durch eine Furche bewirkte Trennung in einen konkaven und konvexen Anteil, wobei die eben beschriebene Verschiedenheit des Gefüges auffallend auseinandergehalten erscheint, s. Fig. 29 (Tafel XXIV).

Auch die Gelenksflächen der Processus articulares haben die gleiche Schwenkung gegen die Konvexität mitgemacht. Der Querschnitt der konkaven Processus articulares ist breiter und weist eine dickere Knorpellage auf, als die konvexseitigen Gelenksfortsätze, s. Fig. 30 *aa'* (Tafel XXIV).

Die reichknorpeligen Wirbelenden der Rippen schmiegen sich den Seiten der lateralen Bogenstücke innig an; erscheinen daher gegen die konkave Seite wie herangezogen, vor der konvexen Seite aber wie aufgebogen und zeigen hier mächtigeren Knorpel, wie drüben.

Manchmal findet sich von der Hinterfläche der Dorsalwirbelsäule ausgehend eine dem hinteren Venenemissarium entsprechende längliche Lücke. – Eine solche steht dann immer schief nach der Konvexität hin geneigt, s. Fig. 29 (Tafel XXIV).

Die Zwischenwirbelbandscheibe ist zartgefasert, s. Fig. 31 (Tafel XXV), und umschließt einen sehr sukkulenten großen Nucleus pulposus, der auch bei noch sanften Skoliosen schon weit in der Konvexität und nach vorne exzentrisch gelagert ist.

Am skoliotischen Lendensegmente, s. Fig. 32 (Tafel XXV), erscheint der Wirbelkörper vor dem Bogen gegen die Konvexität hin verrückt, der Wirbel stark in die Breite entwickelt, die Bogenepiphysenfuge auf der konvexen Seite bis auf Rudimente verschwunden. Aber auch an der konkaven Seite ist sie defekt, und in Fig. 33 (Tafel XXVI) sieht man sie, losgelöst von ihrem hinteren Ansatze, am Wirbelloche frei in querer Richtung in den Körper wie frei flottierend hineinragen.

Die Spongiosa der konkavseitigen Hälfte eng- und starkmaschig, die exzentrische konvexe Hälfte von exzentrisch gelagerten, großen runden Marklücken erfüllt, die von zarter Spongiosa umrahmt werden.

*

Unter den Asymmetrien, welche am skoliotischen Wirbel zu beobachten sind, verdienen jene unsere besondere Aufmerksamkeit, welche durch die von Albert besonders hervorgehobene Reklination,

die Neigung der Wirbelkörper um eine frontale Achse nach rückwärts, bedingt sind.

Sie ist keine Neigung einfach nach rückwärts, sondern weitaus überwiegend einseitig gegen die Konkavität der Krümmung.

Um die durch sie bewirkten Form- und Strukturveränderungen zu erkennen, sind Fournierschnitte, in den lateralen Bogenstücken und durch das anschließende konkav- und konvexseitige Körperstück geführt, notwendig, teils einzeln oder zu Paaren miteinander verbunden, s. Fig. 34 (Tafel XXVII).

Sie lehren folgendes:

In Fig. 34 (Tafel XXVII) liegt links der konkave, rechts der konvexe Schnitt. Es überholt die konkave Seite die konvexe bald an Länge.

Der Körper ist um die Bogenwurzel und ihre Epiphyse herum niedriger, als an der konvexen Seite; zwischen der Fuge und dem eigentlichen Bogen liegt an der konkaven Seite ein langes Körperstück der Bogenwurzel, das drüben eben nur angedeutet ist.

An der konkaven Seite ist die Knorpelfuge dick, geschlängelt, wie niederverbogen, drüben fehlt mehr als das Mittelstück und die Reste begrenzen sich mit scharfen Spitzen, als wären sie auseinandergedehnt worden und schließlich gerissen.

Die konkavseitige Spongiosa ist eng-, die konvexseitige weitmaschig; die konkave Bogenwurzel ist schmal, die konvexe hoch und hochgestellt, die Processus articulares konvexseits steil, hoch und spitz, konkavseits hingegen etwas nach vorne umgelegt und bedeutend niedriger, dafür aber dicker und besitzen anstatt einer unteren Spitze, eine von einem 1·5 *mm* dicken Knorpel bedeckte, breite untere Gelenksfacette, so daß zwei dick überknorpelte Gelenksflächen: eine untere und eine vordere entstanden sind, welch letztere stärker nach vorne geneigt wird. — Der obere Processus articularis ist so zweifacettig umgeformt, daß er den unteren Processus articularis des Nachbars zweigelenkig aufnehmen kann.

Es erscheint dadurch das Gelenksstück der konkaven Seite bajonettförmig eingeknickt, wie von oben in sich zusammengedrückt.

An der Konvexität entbehrt das weitlückige Maschenwerk eines bestimmten Typus. An der konkaven Seite überwiegt eine senkrechte Anordnung der Bälkchen, besonders gegen die Basalflächen hin, wie an einer noch normalen statischen Verhältnissen dienenden Wirbelsäule.

Darnach übt nur mehr die konkave Wirbelhälfte eine lasttragende Funktion aus.

Analoge Fournierschnitte, jedoch durch ein Wirbelpaar einer rhachitischen Skoliose gelegt, ergeben folgendes:

Alle Epiphysenknorpel tragen breite Ossifikationssäume, die konkavseits, den basalen Epiphysenplatten entsprechend, am mächtigsten sind.

Die Zwischenwirbelscheibe und was vom Nucleus pulposus getroffen wurde, ist an der konkaven Seite niedriger als an der konvexen. Das hinter der Bogenepiphyse gelegene Körperstück der konkaven Seite lang entwickelt, drüben nur angedeutet, s. Fig. 35 und Fig. 35*a* (Tafel XXVII).

An der konkaven Seite ist die Spitze des Processus articularis inferior quer abgestumpft und mit einer dicken Knorpellage bedeckt.

Das Intervertebralloch ist an der konkaven Seite von vorne nach hinten geräumiger, bedingt durch die überwiegende Länge der gleichnamigen Bogenwurzeln.

Diese sind an der konkaven Seite immer niedriger, dafür länger, nach hinten und aufwärts strebend; die von ihnen umschlossenen Intervertebrallöcher sind schmäler, dafür aber viel länger als die der konvexen Seite.

Besonders auffallend ist an diesem, einem rhachitischen Kinde angehörigen Stücke, das dichte Geflecht der stärkeren Knochenbälkchen im konkavseitigen Wirbelkörper, während dieser auf der anderen Seite erfüllt ist von weiten Marklücken, die von einem

spärlichen und zarten Gespinste von Knochenbälkchen umgeben sind, an denen vorzüglich die horizontalen Züge vermißt werden.

Die Ossifikationssäume der terminalen Körperepiphysen sind stellenweise an der konkaven um das Doppelte höher, als an der konvexen Seite.

Die konvexe Bogenepiphyse gestreckt, schmal, die konkave stellenweise breit, niedergebogen, in Falten gedrückt, mit sprossenartigen Fortsätzen versehen.

Frontalebene.

An einem frontal geschnittenen 4. und 5. Brustwirbelpaare, s. Fig. 36 (Tafel XXVIII), einer sanften Skoliosis dorsalis dextroconvexa erkennt man eine schwach angedeutete Keilgestalt der Knochen.

Ihre Neigung zu einander wird durch die beträchtliche Asymmetrie der Zwischenwirbelbandscheibe hervorgerufen, die an der konvexen Seite doppelt so hoch ist, als an der konkaven.

Der Nucleus pulposus ist an der konkaven Seite 1·5 *mm* hoch, zusammengepreßt, von auseinander gedrängten Fasern des Ligamentum intervertebrale begrenzt, bleibt ein Stück lang niedrig, um in der seine Hauptmasse bergenden konvexen Seite rasch hoch anzuschwellen und mit $3^1/_4$ *mm* hoher Begrenzungsfläche abzuschließen. Diese keulenförmige Anschwellung liegt in einer entsprechenden Aushöhlung der basalen Körperflächen und wird konvexwärts von sehr dicht aneinander gedrängten Fasern des Zwischenbandes begrenzt.

Mehr in den hinteren frontalen Lagen macht sich die Keilgestalt des Wirbelkörpers, sowie sein dichteres Knochengefüge in der konkaven Seite besonders geltend, zum Zeichen, daß bei der Skoliose noch jene Neigung der Wirbelkörper nach rückwärts und einseitig gegen die konkave Bogenwurzel hin stattfindet, welche als einseitige Reklination (Albert) zum Wesen der Verkrümmung gehören.

Die Rippenköpfchen, s. Fig. 37 (Tafel XXVIII), der konkaven Seite erscheinen zusammengepreßt, das Stück der Bogenwurzel, auf welcher sie aufruhen, nach abwärts herausgebogen, während ihre Gegenüber wie auseinandergezogen aussehen und auf schmalen Widerlagern des nächst unteren Wirbels sitzen.

Die Ossifikationssäume sämtlich von gleichmäßiger Entwicklung.

Frontalschnitte aus den Schrägwirbeln, s. Fig. 38 (Tafel XXIX), zeigen eine rhombische Gestalt mit abgerundeten Ecken und eine Obliquität, welche der Belastung dieses im Systeme schief gestellten Wirbels entspricht. Die Bogenepiphysen stehen schief zu den Basalflächen in der Art, daß sie selbst, bei richtiger Stellung der Schrägwirbel, mit der Schwerlinie, das ist der Hauptbelastungsrichtung, zusammenfallen.

In ihrer Spongiosa ist die Anordnung des Gebälkes umgelagert. Viele Hauptzüge der Knochenbälkchen verlaufen dem Schwerlote parallel, geradeso wie die Bogenfugen, wodurch ein Netzwerk entsteht, dessen Enden ebenso schief in den basalen Endflächen haften.

Wir treffen hier auf eine entschiedene Anpassung des Knochengefüges an neue statische Anforderungen.

Eine andere, in Horizontalschnitten untersuchte rhachitische Skoliose zeigte gleiche Ergebnisse des Knochengefüges, wie eine habituelle: Größere Dichte an der konkaven Seite, große Lockerung an der konvexen Seite; der Unterschied aber wegen der Zartheit der Bälkchen viel deutlicher. Die schiefe Neigung der in die Emissarien mündenden Knochengefäßlücken gegen die Konvexität, die Verziehung des Wirbelloches, die Trapezoidgestalt der Fugen-Gelenksfigur sehr prägnant. Die konkavseitigen Bogenkörperfugen dick, gekrüllt, mit rhachitischen verzweigten Sprossen versehen, die konvexseitigen hingegen gestreckt, dünn, stellenweise gerissen.

Namentlich an den Lendenwirbeln sind die konvexen Hälften hoch, wie hervorgequollen, von konvexen Seitenflächen begrenzt, während auf der konkaven Seite diese eingeknickt erscheinen.

Hier engmaschige, drüben sehr bälkchenarme, markreiche Spongiosa, mit großen, stellenweise kreisrunden Lücken von zartesten Knochenzügen umsponnen.

*

Nach dieser kurzen Schilderung erhellt es, daß die Zeichen des Rhachitismus einer solchen Wirbelsäule ungemein deutlich erkennbar sind.

An einer rein habituellen kindlichen Skoliose aber werden jegliche Zeichen von Rhachitismus vermißt, so daß es nicht angeht, in der Ätiologie einer im 8. bis 10. Lebensjahre entstehenden habituellen Skoliose etwa eine Art Spätrhachitis vermuten zu wollen. Ich habe an allen rein habituellen kindlichen Skoliosen niemals, weder an den Knorpelfugen noch am Knochengebälke, nur eine Andeutung von Rhachitis finden können.

Jedoch ist hervorzuheben, daß es an normalen, kindlichen Wirbelsäulen Wirbelkörper von verschieden dichtem und starkem Maschenwerke gibt und ein Blick auf Fig. 39 (Tafel XXIX) zeigt einen normalen kindlichen Lendenwirbel ($1^1/_2$mal vergrößert) von so weitmaschiger und zartfaseriger Spongiosa, der, ohne rhachitisch zu sein, gewiß so schwach ist, daß er bei exzentrischer Belastung sehr leicht skoliotisch werden kann.

IV. KAPITEL.

Mechanismus der Skoliose.

Wie sind nun diese Formstörungen zu deuten? Die längere konkavseitige Bogenwurzel und das längere dazugehörige Körperstück? Die größere Entwicklung der konkavseitigen Körperhälfte in sagittaler und frontaler Richtung, die Schwenkung des Wirbelkörpers gegen die Konvexität unter Vortritt seines konkaven Flügels? Die Neigung der Körperachse gegen die druckfreie, das ist konvexe Seite?

Die niedrige Bogenwurzel der konkaven Seite, das kurze aber hohe Körperstück der konvexen Seite und die gleichen Formstörungen der Zwischenwirbelbandscheibe? Das Erhaltenbleiben der konkaven Bogenfuge, ihre Einkrümmung und Verbiegung? Zum Unterschiede des Schwindens der konvexseitigen Fuge bis auf einen an den Basal- und Seitenflächen haftenden, schmal gewordenen Ring, dem an seiner dem Wirbelkanale zugewendeten Seite ein Stück des Umfanges fehlt?

Wir finden Bewegung und Gestaltveränderung im Bereiche des ganzen Wirbels, nur an der hinteren Zirkumferenz des Wirbelringes, an jenem Stücke, das zwischen dem Ursprunge beider Processus articulares gelegen ist, herrscht Ruhe: am so zu bezeichnenden Segmentum interarticulare. Es ist als Basis für die Beurteilung der Formveränderungen zu betrachten. Vor ihm verlängert sich das konkave Bogen- und Körperstück, welche in Horizontalebene sich gleichzeitig gegen die Konvexität hinneigen. Die hintere Körperfläche wird dadurch gegen die Konvexität hin gedreht, der Wirbelkörper gegen die Konvexität geschwenkt, das

konvexseitige Bogenstück mehr aufgerichtet, das Wirbelloch nach der Konvexität hin verzerrt, kurz alle jene Erscheinungen hervorgerufen, die unter dem Begriffe der horizontalen Torsion zusammengefaßt werden.

Die Entwicklung einer immer größer werdenden horizontalen Gelenksfacette deutet klar an, daß der konkave Processus articularis ein ruhender Knochenfortsatz geworden ist, der von nun an bestimmt ist, den größten Teil der Körperlast einseitig mitzutragen. Sie ist eine Konsequenz der im Beginne einer Skoliose gesetzmäßig auftretenden einseitigen Reklination gegen den konkavseitigen Gelenksfortsatz.

Was bedeutet ferner die überwiegende Längserstreckung des konkavseitigen Foramen intervertebrale, die engen Maschenräume der konkaven Seite, die weiten Räume in der konvexen Hälfte und im konkavseitigen Processus transversus?

Es frägt sich in erster Linie, sind diese Form- und Strukturstörungen Folgen von Wachstumsstörungen, einer gesteigerten Wachstumsenergie?

An der konvexen Bogenfuge findet sich nichts davon. Im Gegenteile. — Wir sehen nur solche Erscheinungen, die mit energischem Wachstume unvereinbar sind; denn sie erleidet einen beträchtlichen Substanzverlust, wird in kleine Stücke zerteilt, immer in ihrer Mitte defekt und schwindet endlich an den tiefen Wirbeln vollständig.

Auch an der Basalepiphyse der Konvexität entdeckt man keine Zeichen einer üppigen Knochenproduktion; der Ossifikationssaum ist dort um nichts mächtiger, als auf der anderen Seite.

Aber auch an der konkaven Bogenfuge finden sich keine derartigen Zeichen, wie sie für die starke Längsentwicklung dieser Seite vorausgesetzt werden könnten. Für die quere Gestaltverschiebung kann auch keine aktive Betätigung gesteigerten Knochenwachstums gefunden werden.

Die bei der Knochenasymmetrie in Frage kommenden Vorgänge müssen demnach passive sein:

Es wird daher die skoliotische Gestaltveränderung nach einem Ausdrucke Alberts eine Ummodelung des einseitig überlasteten Wirbels sein, und zwar einerseits durch Pressung an der konkaven Seite, anderseits durch Dehnung und Blähung des Knochengefüges an der konvexen druckfreien Seite der einmal eingeleiteten Krümmung.

Dieser Gedanke zwingt aber, auf einen bisher vernachlässigten Bestandteil des Knochens Rücksicht zu nehmen, das ist auf das Knochenmark. Wir müssen ihm hier die Rolle eines flüssigen Körpers zuweisen, der den auf ihn ausgeübten Druck nach allen Seiten hin fortzupflanzen im stande ist.

Nach den engen Knochenmaschen, den niedergebogenen Gelenksfortsätzen beginnt die Pressung an der Spitze dieser Knochenteile, erstreckt sich von da über die konkavseitige Bogenwurzel, die sich unter der scherenden Wirkung der Belastung streckt, und weiters in die konkave Hälfte des Körpers hinein.

Aus ihren Markräumen muß das Mark ausweichen gegen die druckfreie konvexe Wirbelhälfte, dessen Druck exzentrisch von innen her sich wird geltend machen, um sich in einer Blähung des ganzen Knochengefüges zu äußern.

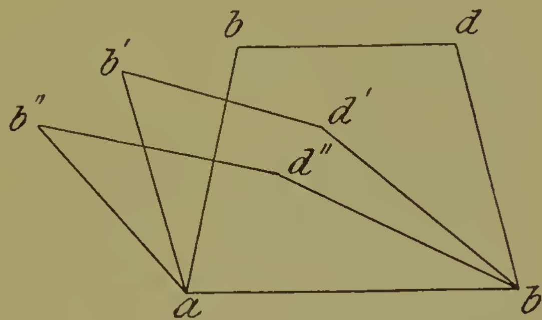
Die Pressung der konkaven Hälfte geschieht aber in zwei Richtungen.

Einmal längs der konkavseitigen Bogenwurzel als Folge der einseitigen Reklination; sie streckt durch Horizontalschub die konkave Bogenwurzel, dehnt das Foramen intervertebrale, streckt den Körperteil der Wurzel, den vor der Fuge gelegenen Wirbelanteil und die dazugehörende Epiphysenplatte und Zwischenwirbelbandscheibe.

Die zweite Pressung verläuft frontal (Inklination). Durch sie wird der Wirbelkörper von der konkaven Seite her keilförmig gepreßt.

Inklinations- und Reklinationserscheinungen sind regelmäßig am Dorsalsegmente miteinander verbunden, das heißt, eine Brustwirbelsäule, welche anfängt skoliotisch zu werden, muß sich bereits auf konkavseitige Gelenksfortsätze und Bogenwurzeln hinübergelehnt haben.

Dadurch verliert die Wirbelsäule ihre allseitige Biegsamkeit; sie wird in einen mehr starren Knochenkomplex verwandelt, wo von nun an die Schwerlinie dauernd aus der Mitte der Wirbelkörper gegen den Ursprung der Bogenwurzeln der konkaven Seite gewandert ist, s. nebenstehende Figur.



Vor dem ruhenden Segmentum interarticulare entwickeln beide Pressungskomponenten die Verschiebung und Schwenkung des Wirbelkörpers gegen die Konvexität, das ist die horizontale Torsion. Dazu gehören noch: die Schiefheit des Wirbelloches, die Neigung der konkavseitigen Bogenwurzel gegen die Konvexität und die Aufrichtung der konvexseitigen Bogenwurzel, s. Fig. 40 und 41 (Tafel XXX).

An der konvexen Hälfte äußert sich die Blähung der Knochenstruktur in der vermehrten Höhe des Wirbels und in dem zerstörenden Einflusse auf ihre Bogenfuge. Diese wird gespannt, reißt in der Mitte auseinander, so daß die Markräume des Wirbelkörpers und der konvexseitigen Bogenhälfte durch die Fugenlücken miteinander kommunizieren. Beide verfallen dann der gleichen Wirkung des blähenden Markdruckes.

Der skoliotische Nucleus pulposus liefert in seiner Gestaltveränderung das Bild eines einseitig belasteten Kissens und ist demgemäß das getreue Abbild des skoliotischen Wirbelkörpers.

An der gepreßten Seite verdient der Processus transversus besondere Aufmerksamkeit. Er ist bei beginnender kindlicher Skoliose des Brustsegmentes stets mächtig, sphärischen Formen zustrebend und von weitmaschiger Spongiosa, von vielem Marke erfüllt, das

heißt gebläht. Er wurzelt in einem unter hoher Pressung und Streckung stehenden Bogenteile, dessen Mark nach vorne durch die dickere Bogenfuge, nach hinten durch die Segmentsymphyse abgeschlossen ist, daher nur in den druckfreien Processus transversus ausweichen kann, diesen entsprechend blähend. Er ist gleichsam der Manometerbeweis für den hier aufgestellten Mechanismus einer kindlichen Skoliose.

Nur am Übergangswirbel zeigt auch die kindliche Skoliose ein inneres Walten, welches Knochenbälkchen und Epiphysenfugen in die Richtung des Schwerlotes zurückzutreiben sucht: er allein zeigt funktionelle Anpassung seines Gefüges im ganzen Umfange an neue statische Verhältnisse.

Man kann daher nach obiger Auseinandersetzung sagen: die horizontale Torsion des skoliotischen Wirbelkörpers ist, soweit sie durch Asymmetrien sich darstellt, eine Folge der Inklination und Reklination.

Denn das, was am einzelnen Wirbel als hauptsächlicher Torsionsanteil zu erkennen ist, besteht in der Wendung der Wirbelfront und des dahinter liegenden Wirbelkörpers gegen die Konvexität unter starker Vorschiebung des konkaven Flügels. Der Wirbelkörper wird dabei in seinem Gefüge nicht gewunden, noch spielt dabei die Rotation in seinen Gelenksverbindungen eine hervorragende Rolle, sondern er wird von der konkaven Seite her wie ein Bataillonsflügel geschwenkt und das schiebende Moment ist in der durch einseitige Reklination bewirkten Streckung der konkaven Bogenwurzel und des benachbarten Körperanteiles gegeben.

Diese Frontschwenkungen überwiegen am Scheitel der Krümmung, um von da nach auf- und abwärts allmählich abzunehmen und jenseits der Übergangswirbel die Seite zu tauschen, wodurch beim Anblicke einer skoliotischen Wirbelsäule von vorneher jenes Gesamtbild entsteht, das mit dem Namen der Torsion bezeichnet wird, und nach dem Dargelegten auch wirklich eine solche ist.

V. KAPITEL.

Skoliose des Lendensegmentes.

Das Lendensegment erfordert eine Betrachtung für sich allein, weil an ihm die Reklination eine geringere Rolle spielt, sich somit die Skoliose mehr als reine Inklination darstellt. Wegen Mangel der Rippenreifen müssen alle Ursachen der Formstörungen im Segmente selbst gesucht werden. Die Lenden-Skoliose stellt daher — ebenso wie eine Hals-Skoliose, z. B. bei Caput obstipum musculare dies tun würde — eine reine Form der Skoliose dar.

Der ausgeprägte Typus eines hochgradig skoliotischen Lendenwirbels zeigt folgende Formstörungen, s. Fig. 42 (Tafel XXXI):

Als ruhender Teil, um welchen herum die einzelnen Abschnitte des skoliotischen Wirbels sich gruppieren, ist wieder das zwischen den Processus articulares eingeschaltete hintere Bogenstück *a—a'* zu betrachten, gegen welches Wirbelloch und Wirbelkörper nach der Konvexität hin verschoben sind.

An diesem noch jugendlichen Wirbelkörper findet sich nur an der konkaven Seite noch eine Andeutung einer Bogenepiphysenfuge, welche weit in das Innere des Körpers vorgerückt ist *(b)*.

An der konvexen Seite ist jede Spur einer Bogenepiphyse verschwunden. Eine exzentrisch weit in der Konvexität stehende flache Grube deutet jene Stelle an, wo der Nucleus pulposus in der Zwischenwirbelbandscheibe gestanden hat.

Die konkave Seite des Wirbelkörpers ist niedrig, tief ausgehöhlt und von einer Menge runder Gefäßlücken durchbohrt, die Gegenseite hoch und mit wenigen in die Länge gezogenen, vertikal gestellten Gefäßlücken besetzt.

Sein frontaler Durchmesser verhält sich zum sagittalen wie 2 : 5.

Auffallend ist der Unterschied zwischen konkavseitiger und konvexseitiger Bogenwurzel. Jene übertrifft an Umfang und Dicke ihr Gegenüber fast um das Doppelte.

Aus der mächtigen konkavseitigen Bogenwurzel erhebt sich ein massiger Processus articularis mit gewaltigem Processus mammillaris, der seinen Partner fast um ein Drittel an Umfang überragt; dafür zweigt von ihr ein nur kurzer, stark nach hinten zielender Processus transversus ab, während drüben ein langer, schlanker Querfortsatz in streng frontaler Richtung stark lateralwärts vorspringt.

An der hinteren Wirbelkörperfläche stehen die Venenemissarien weit in der Konvexität, konvexwärts davon stehen viele längliche, mit ihrer Längsachse durchwegs vertikal gestellte Gefäßlücken.

Dieses gerade umgekehrte Verhalten der lumbalen konkav- und konvexseitigen Bogenwurzel, Processus articulares und transversi gegen das skoliotische Dorsalsegment wiederholt sich an allen Lenden-Skoliosen und gehört daher zum regulären Typus einer solchen.

Wie dieser Typus mit dem Werden der skoliotischen Form- und Strukturveränderung zusammenhängt, zeigt ein horizontaler Fournierschnitt eines kindlichen skoliotischen Lendenwirbels durch seine Mitte, s. Fig. 43 (Tafel XXXII).

Man erkennt da die noch weiter gewordenen Markräume der konvexseitigen Körperspongiosa. Ihre Bogenfuge ist bis auf zwei wandständige Reste verschwunden. Die der Konkavität hat den Zusammenhang mit der Kompakta des Wirbelloches verloren und besitzt einen neuen frontalen Verlauf gerade in die Spongiosa des Körpers hinein.

Breite konkave Bogenwurzel — skoliotisch (konvexwärts) verzogenes Wirbelloch.

Am V. Lendenwirbel, s. Fig. 44 (Tafel XXXIII), sproßt ein kurzer, dicker, nach hinten gerichteter Processus trans-

versus, während drüben aus der schlanken Wurzel ein langer, schmächtiger Querfortsatz entspringt und in rein frontaler Richtung abzweigt.

Der kurze, konkavseitige Processus transversus ist mit weiten Spongiosamaschen erfüllt und geht gewissermaßen auf in der Fülle seiner Bogenwurzel.

An einem IV. skoliotischen kindlichen Lendenwirbel wurde alle Spongiosa entfernt, s. Fig. 45 (Tafel XXXIII), so daß nur die basalen Epiphysenplatten der Körper und die Bogenfugen übrig blieben.

Konkave Bogenfuge niedrig aber breit. Ihr innerer und äußerer unregelmäßiger Rand von der benachbarten Knochenwand beträchtlich abstehend, sie selbst frontal gestellt, ins Innere des Körpers vorgeschoben.

Konvexe Fuge höher, aber schmäler und schmächtiger; innerer Rand tief ausgenagt, ihre Ebene mehr sagittal gestellt.

An beiden finden sich tiefe Grübchen ihrer vorderen und hinteren Flächen, stellenweise zu Lücken vertieft.

Die anschaulichsten Bilder über die durch die seitliche Verkrümmung bewirkte Ummodelung der Knochen, liefert die Untersuchung des inneren Gefüges der Bogenwurzeln, s. Fig. 46 und 47 (Tafel XXXIV).

Die nahe am Körper quer abgesägten Bogenwurzeln eines I. skoliotischen Lendenwirbels aus der Zeit des Wachstumsabschlusses bieten ein charakteristisches Ansehen. Die konkave ist in die Breite entwickelt, von dreieckiger Gestalt mit abgerundeten Ecken, in der unteren Hälfte mit weiten Marklücken erfüllt.

Die konvexe stark in die Höhe gezogen, am unteren Rande zugeschärft. In ihrem Inneren spärliche und ebensolche langgezogene Markräume, s. Fig. 46 (Tafel XXXIV).

An einem mehr nach rückwärts angelegten Querschnitte war die massige konkave Bogenwurzel von überaus weiten, runden Markräumen erfüllt, die von einander durch höchst zarte Knochen-

bälkchen getrennt waren, während der steilovale Querschnitt der konvexen Bogenwurzel an seinem oberen und unteren Pole viel Kompakta und in seiner Mitte spärliche und enge Lücken aufwies, s. Fig. 47 (Tafel XXXIV).

Auch am Lenden- wie am Brustsegmente finden wir, daß die Trapezfigur, welche am Normalwirbel aus der Verbindung der beiden Epiphysenfugen und beider Processus articulares untereinander hervorgeht, beim skoliotischen Wirbel dadurch in ein Trapezoid verwandelt wird, daß vor der Basallinie, das ist vor dem Segmentum interarticulare, der Wirbelkörper gegen die Konvexität hinübergedrückt wird.

Als Ursache für die beträchtliche Volumszunahme der konkaven Bogenwurzel ist die Druckwirkung des Markes anzusprechen, welches aus dem gepreßten Körperstücke der Bogenwurzel in die druckfreie Richtung nach hinten auszuweichen gezwungen ist. Demgemäß ist das konkave Bogensegment mehrfach voluminöser und wie aufgeblasen von einer balkenarmen Spongiosa, die am lebenden Knochen von einem unter hoher Spannung stehenden Marke erfüllt war.

Diese, dem skoliotischen Brustsegmente ganz entgegengesetzte Umformung kommt am Lendensegmente dadurch zu stande, daß hier bei skoliotischer einfacher Inklination sich der Wirbel, wenigstens im Anfange der Skoliose und gemäß dem Ineinanderliegen und vertikalen Gleiten der Gelenksfortsätze, nicht auch auf die Spitzen der Processus articulares inferior stützt, sondern allein nur auf die Bogenwurzeln und konkavseitigen Wirbelkörperhälften; so daß hier kein Horizontalschub sich entwickeln kann und die konkavseitigen Bogenwurzeln rein als Auswege für den Markdruck fungieren und als Manometer gelten können, ganz wie oben am Brustsegmente die konkavseitigen Processus transversi.

Dieser Markblähung nachgebend, geht auch der konkavseitige Processus transversus der lumbalen Skoliose in der enorm angewachsenen Oberfläche der Bogenwurzel fast ganz auf.

Diesen Umformungen gegenüber zeichnen sich jene an der konvexen Seite durch das gerade Gegenteil aus: durch schlanke, vorwiegend in die Höhe strebende Formen.

Dahin wirkt zunächst die Höhenzunahme der konvexseitigen Wirbelkörperhälfte, die aber nicht allein durch Knochenblähung bedingt ist.

Es kommen dazu noch von außen wirkende Einflüsse, die in jenen Spannungen zu suchen sind, welche in den Faserringen der Zwischenwirbelbandscheibe, den Ligamentis capsularibus, intercruralibus und intertransversalibus, sowie in den Musculis intertransversalibus an der konvexen Seite einer Lenden-Skoliose fortwährend wirksam sind.

Die Statik einer wenn auch höhergradigen Lenden-Skoliose ist wohl eine andere, als die einer solchen Brust-Skoliose. Bei dieser entstehen bald in den aufeinander stoßenden Processus transversis, den benachbarten Bogensegmenten und in den sich gegeneinander neigenden Rippen exzentrisch abliegende, äußere Stützen, die zum Tragen der darüber schwebenden Körperlast herangezogen werden.

Bei der Lendenwirbel-Skoliose fehlt dieser Umstand. Hier muß fortwährend, gerade wie zu Beginn der Difformität, die Körperlast von dem Gesamtsegmente federnd übernommen werden.

Die dabei an den Weichteilen der Konvexität wirksame Spannung kann nicht verfehlen, die dazwischen eingeschalteten Knochen im Sinne ihres Zuges umzuformen.

Daraus erklärt sich die übermäßige Höhenentwicklung der konvexen Bogenwurzel, ihrer Einpflanzungsstelle im Wirbelkörper, die schlanke hohe Form und der stracks frontale Verlauf des konvexseitigen Querfortsatzes.

Die frontale Richtung der durch Knochenblähung veranlaßten Struktur- und Formveränderung überwiegt am Lendensegmente. Die Reklinationswirkung in sagittaler Richtung tritt dagegen weit zurück.

Da aber damit jene Schwenkung des Wirbelkörpers mit der Front nach der konvexen Seite der Verkrümmung zusammenhängt,

welche wir als das Wesen der horizontalen Torsion erkannt haben, so begreift es sich, daß eine schon beträchtliche Lenden-Skoliose nie stark torquiert erscheint.

*

Die auf den ersten Blick verwirrenden Gestaltanomalien bestätigen die am Brustsegmente gewonnenen Erkenntnisse und die daran geknüpfte Theorie vom fortgepflanzten Markdrucke, als Ursache der Störungen der Knochenstruktur und dadurch der asymmetrischen Umformungen der Wirbelgestalt.

Ja an der Hand dieser Theorie hätte man die Gestalt des skoliotischen Lendenwirbels leicht in allen Teilen im voraus konstruieren können.

Es ist demnach das skoliotische Lendensegment von eminenter Bedeutung für die Skoliosenlehre.

Nirgends wurde bisher der fundamentale morphologische Unterschied der dicken, massigen konkavseitigen Bogenwurzel mit ihrer großlückigen Spongiosa, zur konkavseitigen Bogenwurzel des skoliotischen Dorsalsegmentes hervorgehoben.

Er läßt sich nicht anders, als durch einen erhöhten Markdruck bei dafür günstigen anatomischen und statischen Verhältnissen erklären.

Diesen Unterschied betrachte ich als den Hauptbeweis für die dem Markdrucke zugeschriebene Rolle zur Entwicklung des Umbaues und der Asymmetrien skoliotischer Wirbel.

Es sind an der kindlichen Skoliose noch manche Fragen zu lösen.

Es wird an ihr eine Zeit kommen, wo sämtliche Bogenepiphysen verödet sein werden. Der Einfluß dieses Mangels kann nicht ausbleiben.

Es ist zu erwarten, daß nach der Ummodelung, eine Skoliose, welche die Körperlast noch federnd trägt (kindliche Brust-Skoliose und Lendensegment), eine entsprechende funktionelle Anpassung des Knochengefüges entwickeln muß, welche den statischen Leistungen eines federnden Bogens entsprechen wird.

Es ist möglich, daß dem Andrängen des Markes nur solche Knochenbälkchen widerstehen, die dabei noch eine sie erhaltende Arbeit zu leisten haben, während die anderen zu grunde gehen. Dadurch würde die Anpassung des Knochengefüges an die neuen statischen Verhältnisse dem Verständnisse näher gebracht.

Das wäre ein Thema für mikroskopische Untersuchung, ebenso die gestörten Vorgänge der Apposition und Resorption an den Knochenfugen und -bälkchen, ferner inwieweit die Gefäßversorgung an den Asymmetrien teilnimmt.

Von hohem Interesse wäre die Lösung der Frage: beginnt eine Skoliose zuerst mit der Bildung eines Keilwirbels, also mit einer leisen allmählichen Entwicklung einer Brustkrümmung, oder aber mit einem Schrägwirbel, das ist mit einer raschen Abdrehung eines Wirbels gegen seinen Bogen, der sofort vom Anfange an als Übergangswirbel bestimmt ist, also gleich zwei Krümmungen mit alternierender Konvexität über und unter ihm bedingt?

Letztere Art wäre die vom Anfange an schwere Form der Skoliose, wie solche in der Praxis jeder Mühewaltung spottet.

VI. KAPITEL.

Neuere Arbeiten über Anatomie und Mechanismus der Skoliose.

Unter allen Theorien, welche sich mit der Erklärung der horizontalen Torsion befaßt haben, hat die des Züricher Anatomen H. v. Meyer am meisten Anklang gefunden.

Nach ihrem ersten Bekanntwerden allseitig mit Beifall begrüßt und angenommen, wurde sie später in den Hintergrund gedrängt, um neuestens besonders durch die gewichtige Autorität Alberts wieder in erste Linie gestellt zu werden.

Seine Rotationstheorie ist auf die normale Mechanik der Wirbelsäule gestützt.

In seiner Abhandlung: „Die Mechanik der Skoliose“ führte H. v. Meyer* aus, daß man sich die Wirbelsäule zerlegt denken müsse: „1. in eine Körperreihe und 2. in eine Bogenreihe; daß die erstere nicht nur einer Kompression in hohem Grade widersteht, sondern sogar während ihrer Biegung auf der konvexen Seite eine Dehnung erfährt; daß dagegen die Bogenreihe nicht nur entschieden das Vermögen beträchtlicherer Verkürzung besitzt, sondern daß sie auch durch die beständige elastische Spannung, in welcher sie sich befindet, eine sehr große Neigung zur Verkürzung zeigt.“

„Je jünger die Wirbelsäule, um so größer der Verkürzungskoeffizient.“

---

* H. v. Meyer: Die Mechanik der Skoliose. Virchows Archiv. Band 35. 1866.

In bezug auf die Rotation der Säulenelemente bei seitlicher Ausbiegung entwickelt H. v. Meyer folgenden Gedankengang:

„Bei den normalen Krümmungen wird die Körperreihe in die gekrümmte Gestalt übergeführt und die hinten liegende Bogenreihe mit ihrer außerordentlichen Akkommodationsfähigkeit fügt sich dieser Gestalt an; sei es, daß sie sich hiefür verkürzen, oder daß sie sich ausdehnen müsse."

„Anders verhält es sich bei den seitlichen Krümmungen; indem hier, wegen der Nebeneinanderordnung der Körperreihe und der Bogenreihe, die letztere nicht in unbedingte Abhängigkeit von ersterer gestellt ist, sondern ihre eigentümlichen Eigenschaften geltend machen kann."

„Bei der geringen Kompressionsfähigkeit der Körperreihe und der beträchtlichen Kontraktionsspannung der Bogenreihe wird bei gleichmäßiger Näherung der Endpunkte eines gleich langen Stückes beider Teile der Wirbelsäule, die Körperreihe zu einem höheren Bogen sich gestalten, die Bogenreihe dagegen zu einem flacheren."

„In dem ganzen von der Verkrümmung befallenen Teile wird überhaupt die Körperreihe mehr in die Konvexität gedrängt sein, die Bogenreihe dagegen mehr in die Konkavität."

„Dieses ist nun aber gerade diejenige Stellungsveränderung, welche sich als spiralige Drehung der Wirbel kundgibt."

Es gelang auch v. Meyer, bei seitlicher Neigung und Zusammenpressung jugendlicher Wirbelsäulen unter den Händen eine Vorwärtsbeugung und eine spiralige Drehung zu erzeugen, die mit solcher Gewalt auftrat, daß man die festgehaltenen Enden der Wirbelsäule in der Hand sich winden fühlte. Dies innerhalb des 9. Lebensjahres.

Später mußte dazu die Fascia longitudinalis anterior entfernt werden.

Bei einem 24jährigen Manne stellten sich diese Erscheinungen auch nach der Entfernung dieses Bandes nicht mehr ein.

Albert hat nun in seinem 1899 erschienenen „Mechanismus der Skoliose" (Wien, A. Hölder) den Satz aufgestellt: „Die Windung der skoliotischen Wirbelsäule beruht auf der Rotation ihrer Elemente, auf einer Bewegung derselben um ihre vertikale Achse."

„Jetzt erst könnten die feineren Untersuchungen über Skoliose auf festem und sicherem Boden unternommen werden."

Er wirft aber selbst dabei die Frage auf, „ob die Gesamtwindung dadurch entsteht, daß die einzelnen Elemente der Wirbelsäule ihre Stellung gegeneinander verändern, oder ob sie einzeln in ihrem Gefüge eine Torsion erfahren, die sich summiert und so die Gesamtwindung erzeugt, oder ob beides stattfindet. Im ersteren Falle wäre nur eine Bewegung, im anderen ein Umbau der Elemente, im dritten wären beide im Spiele".

Diese Auseinanderhaltung ist eigentlich die Geschichte des Mechanismus der Skoliose.

Am sinnfälligsten demonstriert Albert die Rotation der Wirbel in folgender Weise:

„Ein stark skoliotisches Segment, bestehend aus vier untereinander gelösten Dorsalwirbeln, wurde in genau koaptierter Stellung mit den Dornfortsätzen in Modellierton gesteckt. Es wurde der erste Wirbel photographiert, dann weggenommen und so fort bis zum letzten." S. Fig. 48, 49, 50 und 51 (Tafel XXXV und XXXVI).

An den Bildern dieser Reihenfolge ist zu sehen, wie stark der eine Wirbel gegen den anderen gedreht erscheint.

Das ist gewiß ein Experiment, das entscheidend für die Rotation der Elemente spricht.

Es sei aber darauf hingewiesen, daß in diesen Abbildungen Rotationserscheinungen an den Gelenksfortsätzen und hinteren Bogensegmenten vermißt werden.

Albert verweist ferner auf die von ihm zuerst hervorgehobene Reklination, die ich oben als einseitige gekennzeichnet habe und auf jene in der frontalen Projektion vor sich gehende

Torsion, die an den Schrägwirbeln auffällt: die Neigung einer die Querfortsätze miteinander verbindenden Geraden zu ihren basalen Endflächen. Ich halte sie bedingt durch die Schwerbeweglichkeit des hinteren Bogensegmentes, desjenigen Teiles der ganzen skoliotischen Wirbelsäule, welcher sich am meisten den Verschiebungen der Wirbelkörperreihe widersetzt.

Albert spricht aber außer von einer horizontalen Rotation noch von einer Windung des Wirbelkörpers in der horizontalen Ebene: sie komme dadurch zu stande, daß die konkaven Partien dem Ausweichen des Körpers nicht folgen können, wodurch ein Zug resultiert, der von der Konkavität her auf das Knochengefüge im rotierenden Sinne ausgeübt wird. Ein vom konvexwärts ausgewichenen Nucleus pulposus aus konstruiertes Radiensystem erläutert das Zustandekommen dieses Zuges, auf welchen gestützt eine eigentümlich gestaltete schneckenartige Windungsfigur entworfen wird, die in ihrer geheimnisvollen Linie doch nur andeutet, daß auch ein bedeutender Umbau des Knochengefüges mit der Rotation der Einzelwirbel bei der Torsion konkurriert.

Es ist von Bedeutung, daß Albert zu der einfachen Rotation, als deren Mittelpunkt er im Anfange seiner Arbeit die konkavseitigen Gelenksfortsätze betrachtet, auch einen „Umbau der Elemente“ gesellt und so den Asymmetrien gerecht wird, die den skoliotischen Keilwirbeln eigentümlich sind.

Es versteht sich, daß, wenn ein Forscher, den in allen Fragen morphologischer und mechanischer Vorgänge am Skelette und den Gelenken, ein so scharfer Blick und ein so präzises Urteil, wie den verstorbenen Albert auszeichnet, sich mit begeisterter Überzeugung für eine mit Scharfsinn begründete Theorie ausspricht, dies in den Fachkreisen Eindruck zu machen nicht verfehlen wird.

*

Nach Lorenz besteht das Wesen der horizontalen Torsion in einer Abknickung der konvexseitigen Bogenwurzel gegen die Konkavität, wodurch sie eine mehr sagittale, die konkave Bogen-

wurzel eine mehr frontale Erstreckung annimmt. „Es mache den Eindruck, als ob die obere Basalfläche des skoliotischen Wirbels wie mit einer Zange angefaßt, gegen die untere nach der Konvexität hin gedreht worden sei.“ – Die angelagerten Rippen der konvexen Seite begünstigen den Windungsvorgang.

Albert hat l. c. hervorgehoben, daß sich die Bogenwurzeln abknicken könnten, ohne eine Lageveränderung der sagittalen Wirbelkörperachse zu bedingen, daß daher bei dieser Theorie die eigentliche Torsion ins Wasser gefallen sei.

Es verdient ferner darauf hingewiesen zu werden, daß auch am rippenlosen Lendensegmente alle Skoliosenerscheinungen vorkommen, die wahrscheinlich auch an einem skoliotischen Halssegmente nicht ausbleiben werden.

*

Was sonst von neueren Autoren an pathologisch-anatomischen Befunden und den daraus abgeleiteten Theorien des Mechanismus der Skoliose zu Tage gefördert wurde, bezieht sich auf Umformungen, die aus der abnormen Belastung der konkaven Wirbelkörperhälfte abgeleitet werden und subtile Verschiebungen einzelner Knochenabschnitte gegeneinander, teils in horizontaler, teils in frontaler und sagittaler Projektion bedingen.

Im Jahre 1891 hat Robert Herth unter der Aufmunterung Birch-Hirschfelds in Leipzig in einer durch höchst gewissenhafte Befunde ausgezeichneten Arbeit unser Thema vorgenommen. Er kennt alle anatomischen Details des Skelettes, die Umformungen der Gelenksfortsätze, die Reklinationserscheinungen, die Torsion des Schrägwirbels und kommt zum Schlusse: daß infolge einer nicht bloß von der Seite, sondern auch von rückwärts wirkenden abnormen Belastung der dadurch ausgelöste Horizontalschub in einer diagonalen Richtung, s. Fig. 52 und 53 (Tafel XXXVII), wirksam werde und dadurch Verschiebungen in horizontaler Projektion erzeuge, welche an der medialen Kante des konkavseitigen Gelenksfortsatzes ihr Zentrum haben.

Aus dieser Beurteilung erhellt die Verwandtschaft mit unserer Auffassung des skoliotischen Umbaues.

J. Riedinger* findet in seiner 1901 erschienenen Abhandlung über Morphologie und Mechanismus der Skoliose, daß auf die mechanische Theorie die statische folgen müsse, da der pathologische Anfangszustand der Deformität keine reine Gelenksbewegung darstelle.

Vermöge der Verschiedenheit zwischen Körper- und Bogenreihe könne im Sinne v. Meyers eine Rotation zu stande kommen. An der Wirbelsäule findet aber außer Druck auch eine Durchbiegung statt.

Die Wirbelsäule werde auf Zerknickung beansprucht.

Sie leite die ganze Reihe der Erscheinungen ein und ihr Nachweis sei von fundamentaler Bedeutung für den Mechanismus und mithin für die Morphologie der Skoliose.

Er weist dies an verschiedenen Wirbelsäulen nach, die wohl größtenteils als rhachitische zu erkennen sind und am Kulminationspunkte der Krümmung grobe Zeichen von Einknickung zeigen, und bemüht sich darzustellen, daß die erste Erscheinung der Skoliose eine Inanspruchnahme auf Zerknickung sein müsse.

An einem schematischen Fachwerkträger konstruiert er Druck- und Zuglinien und zeigt an ihm, wie bei exzentrischer Belastung und dadurch angebahnter Durchbiegung es an gewissen Punkten am leichtesten zu Kontinuitätstrennungen kommen müsse.

Würde die Formveränderung langsamer und stetig fortschreiten, so käme es zur Ausbildung eines Keiles mit der Kante gegen die Konkavität, mit der Basis gegen die Konvexität.

Er sagt:

„Wir begreifen somit den mächtigen Horizontalschub . . ., der dadurch entsteht, daß die in der Konkavität zusammengedrückte elastische Knochenmasse keilförmig nach der

* Dr. Jakob Riedinger, „Morphologie und Mechanismus der Skoliose". Wiesbaden, 1901.

Konvexität hin auszuweichen sucht ...... Ebenso verhält es sich mit der Lorenzschen „Abknickung“, mit der Nicoladonischen „Frontschwenkung“ und schließlich auch mit der Albertschen „Einrollung“.“

Er widmet dem Thema eine umfängliche Darlegung in einer oft schwer zu verfolgenden Sprache, mit Anwendung nicht immer klarer Bezeichnungen und einer nicht sofort einsehbaren Schlußfolgerung.

Zur Bezeichnung des Effektes aller bei der Inanspruchnahme auf Zerknickung ausgelösten drückenden und ziehenden Kräfte gebraucht er den Ausdruck des „Horizontalschubes“.

In welcher Richtung dieser wirksam sei, das sucht er durch eine neue Achsenkonstruktion ersichtlich zu machen.

Er findet sie in einer in Fig. 54 (Tafel XXXVII) dargestellten krummen Linie.

Sie stimmt mit dem diagonal wirkenden Horizontalschube Herths überein und auch ich habe in meiner Vorstellung einer Frontschwenkung der Körpermasse gegen die Konvexität, nicht an eine solche mit feststehendem, sondern an einen im Bogen mitfortschreitenden Flügelmann gedacht.

Ich glaube daher, es ist auch diese Bearbeitung der Skoliose in jene Gruppe einzureihen, welche den durch innere Vorgänge bestimmten Ummodelungen des Knochengefüges die größte Bedeutung für die Formstörungen beilegt.

In jüngster Zeit ist es L. Wullstein* gelungen, an wachsenden Hunden durch Anlegen einer geeigneten Bandage, welche an der Bauchseite der Tiere wirkte, Kyphosen und Kyphoskoliosen zu erzeugen.

Die dabei an der Kyphoskoliose gewonnenen Resultate sind höchst bemerkenswert.

Es fanden sich bedeutende Störungen in der Topographie der inneren Organe.

---

* Dr. L. Wullstein, „Die Skoliose in ihrer Behandlung und Entstehung nach klinischen und experimentellen Studien“. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1902.

„Die konkavseitigen Muskeln an der skoliotischen Wirbelsäule waren nutritiv verkürzt und voluminös, die konvexseitigen dagegen verdünnt und gedehnt, blaß, verfettet und von Bindegewebe durchwachsen. Die seitliche Deviation größtenteils auf Kosten der Zwischenwirbelbandscheibe zu stande gekommen, daneben gab es aber auch keilförmige Scheitelwirbel. Die Rippen waren an der Konkavität fast bis zur Berührung genähert, wogegen die Intercostalräume auf der Konvexität weit gedehnt waren."

Die Torsion war nach der Seite der Konvexität gerichtet und hochgradig. Auf horizontalen, das ist quer durch den Leib geführten Schnitten war die konkavseitige Wirbelkörperhälfte stärker entwickelt, als die andere. — Konkavseitige Bogenwurzel länger und schmächtiger, die andere kürzer. Die Bogenwurzeln nach der konkaven Seite abgebogen. (Im Sinne Lorenz'.) Foramen vertebrale asymmetrisch, eiförmig, der spitze Pol an konkaver Seite. An der Konkavität stets sehr dicke, plumpe Spongiosabälkchen, als dichtes Netzwerk angeordnet, die sich nach der Konvexität hin allmählich zu immer zarteren und weitmaschigeren Gebilden auflösen.

Diese letztere Analogie der Umformung des Knochengefüges im Experimente, mit der Beobachtung am Menschen ist eine auffällige. Obwohl die horizontalliegende Wirbelsäule des Hundes eine ganz andere Statik haben muß, als die des aufrechtstehenden Menschen, so liefert doch zweifellos diese durch das Experiment aufgezwungene analoge Struktur- und Formstörung des Hundewirbels ein sehr willkommenes Material, um durch mikroskopische Untersuchung der Frage nach den feineren Vorgängen des Umbaues des skoliotischen Knochens nachzugehen.

Dieses Material ist umso willkommener, als nur äußerst selten die Gelegenheit geboten ist, kindliche Skoliosen zum Zwecke dieser Untersuchungen zu erhalten.

Auch die dabei auftretenden Veränderungen des Markes, der Gefäßversorgung im Wirbelkörper etc. werden durch diese experimentellen Skoliosen aufgedeckt werden können.

Ich habe hier die Theorien der Wachstumsstörungen (Engel, Hueter, meine erste) als unbegründet bei Seite gelassen und vorzüglich jene Autoren angeführt, die sich speziell mit der pathologischen Anatomie der Skoliose beschäftigt haben. Ich habe auch jene vernachlässigt, die, wie Schildbach, M. Eulenburg, P. Vogt, Dolega, sich vorzüglich der klinischen Bearbeitung der Skoliose zugewendet haben, wenngleich sie manches Bemerkenswerte zur Anatomie geliefert haben.

Nach einer Durchschau der bei den anatomischen Autoren niedergelegten Tatsachen — die als solche große Übereinstimmung zeigen — und nach einer Vergleichung der daraus gefolgerten, noch vielfache Dissonanzen aufweisenden Theorien, kann man doch sagen, daß in der Skoliosenfrage bis jetzt folgende Harmonie der Anschauungen sichergestellt ist:

Die Skoliose ist eine Difformität, hervorgerufen durch exzentrische Belastung der Wirbelsäule, bei der es im Gefolge der seitlichen und reklinierten Abweichung immer zu einer Torsion kommt, welche einesteils in einer Rotationsbewegung der Einzelwirbel gegen die Konvexität der Verkrümmung, hauptsächlich aber in einer Ummodelung der Knochenmasse besteht, wodurch die Relationen der einzelnen Wirbelabschnitte zueinander in horizontaler, frontaler und sagittaler Ebene tief gestört werden und der Wirbel völlig asymmetrisch gestaltet wird.

Ich betrachte als den in diesen Bewegungen und Umformungen ruhigen Teil, das Segmentum interarticulare posterius, das hintere Bogensegment.

Literatur.*

C. Rokitansky: Handbuch der pathologischen Anatomie, Wien 1844 und 1846.

H. Luschka: Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. G. Reimer.

J. W. Henke: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Leipzig, C. F. Winter, 1863.

H. v. Meyer: Die Mechanik der Skoliose. Virchows Archiv, Band 35, 1866.

R. v. Volkmann: Krankheiten der Bewegungsorgane. v. Pitha-Billroths Handbuch der allgemeinen und speziellen Chirurgie II., 2., 2. 1872.

H. v. Meyer: Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1873.

C. Nicoladoni: Die Torsion der skoliotischen Wirbelsäule. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1882.

A. Lorenz: Pathologie und Therapie der seitlichen Rückgrat-Verkrümmungen. Wien, A. Hölder, 1886.

C. Nicoladoni: Die Architektur der skoliotischen Wirbelsäule. LV. Band der Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1889.

E. Albert: Zur Theorie der Skoliose. Wien, Alfred Hölder, 1890.

R. Herth: Zur pathologischen Anatomie und Mechanik der Torsionsskoliose. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie. Band I., 2. 1891.

C. Nicoladoni: Die Architektur der kindlichen Skoliose. LXI. Band der Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1894.

C. Nicoladoni: Die Skoliose des Lendensegmentes. LXI. Band der Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1894.

E. Albert: Zur Anatomie der Skoliose. Wiener klinische Rundschau. 1895 und 1896.

M. Bachmann: Die Veränderungen an den inneren Organen bei hochgradiger Skoliose und Kyphoskoliose. Bibliotheca medica. Abteilung D 1, Heft 4. 1899.

E. Albert: Der Mechanismus der skoliotischen Wirbelsäule. Wien, Alfred Hölder, 1899.

J. Riedinger: Morphologie und Mechanismus der Skoliose. Wiesbaden, F. Bergmann, 1901.

L. Wullstein: Die Skoliose in ihrer Behandlung und Entstehung. Nach klinischen und experimentellen Studien. Stuttgart, Ferdinand Enke. 1902.

* Literatur über Anatomie und Mechanismus der Skoliose vom Jahre 1844 bis zum Jahre 1902.

INHALTSVERZEICHNIS.

DRUCK VON CHRISTOPH REISSER'S SÖHNE, WIEN V.

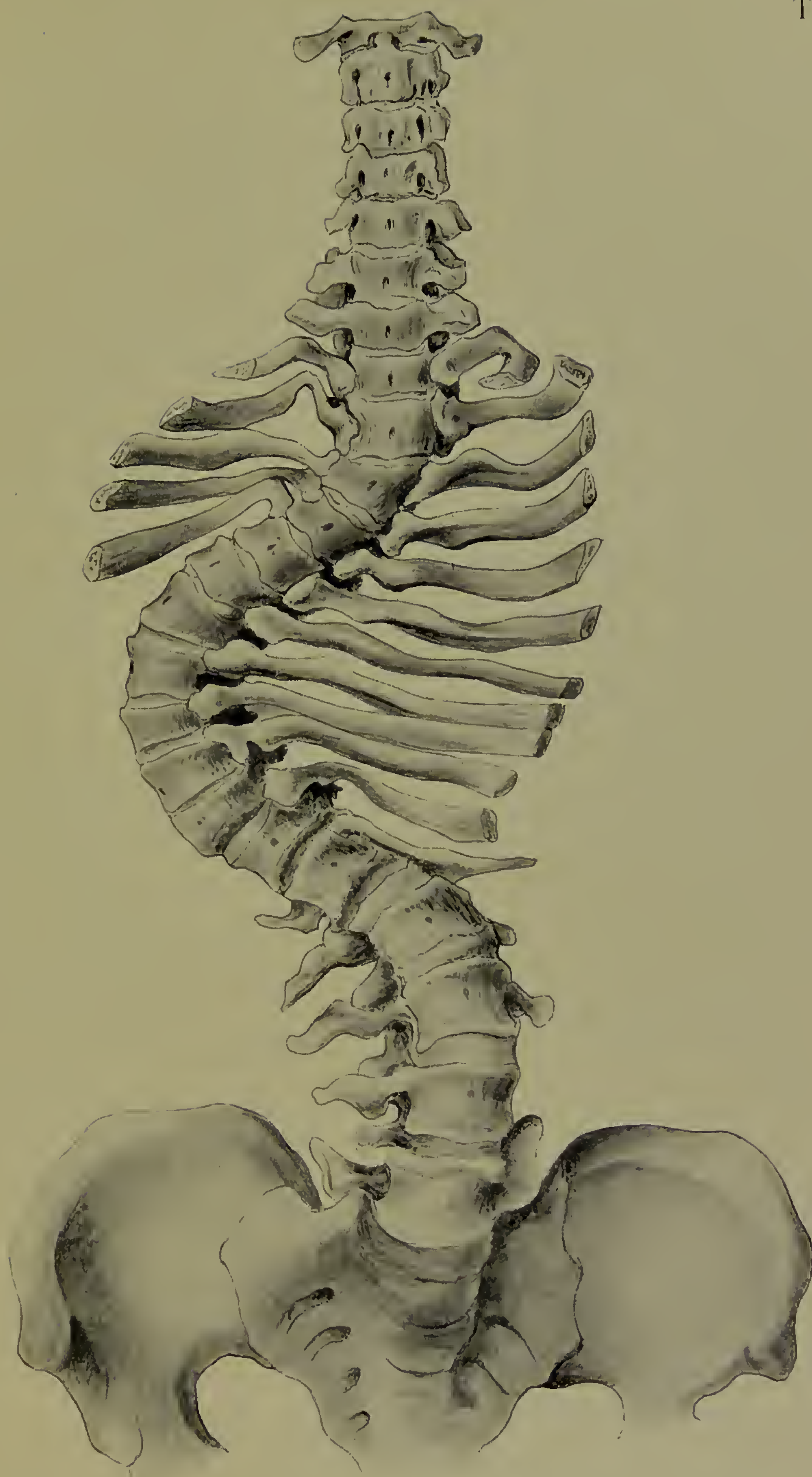


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Von oben gesehen.
Jugendlicher skoliotischer Brustwirbel.
Skoliosis dorsalis dextro-convexa
mit dazugehörenden Rippenstücken.
a b Segmentum interarticulare
c d die Bogenepiphysenfugen
$ac > bd$, dadurch und durch die weitere Erstreckung der Distanz *c e* gegenüber *d f* der Körper gegen die Konvexität hinübergerichtet und -geschwenkt.

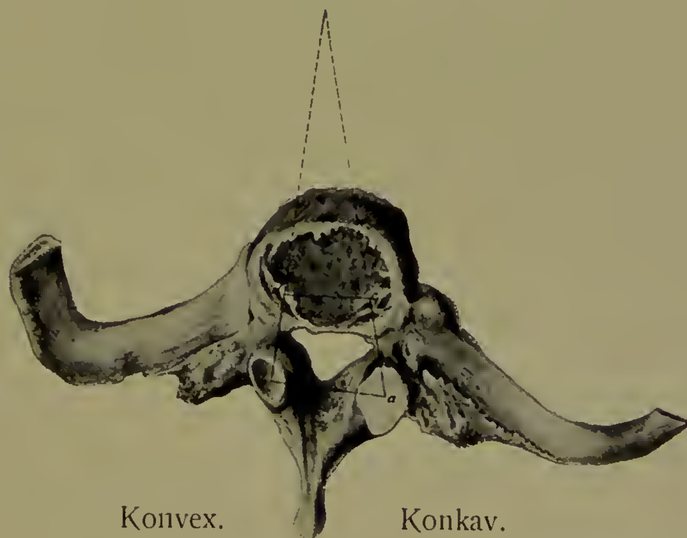


Fig. 4.

Dasselbe Präparat von unten gesehen.

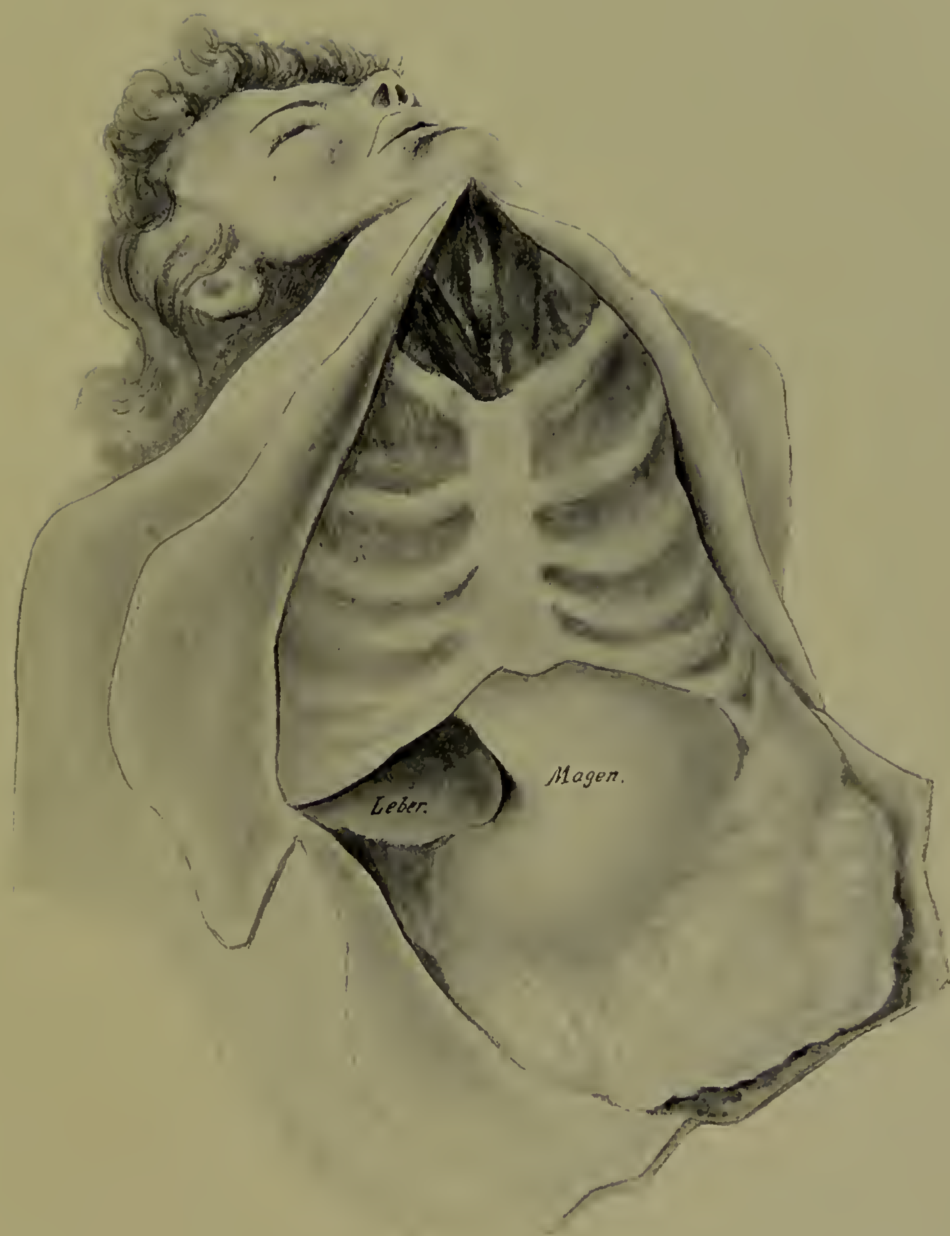


Fig. 5.

Tafel V.



Fig. 6.



Fig. 7.

Tafel VII.

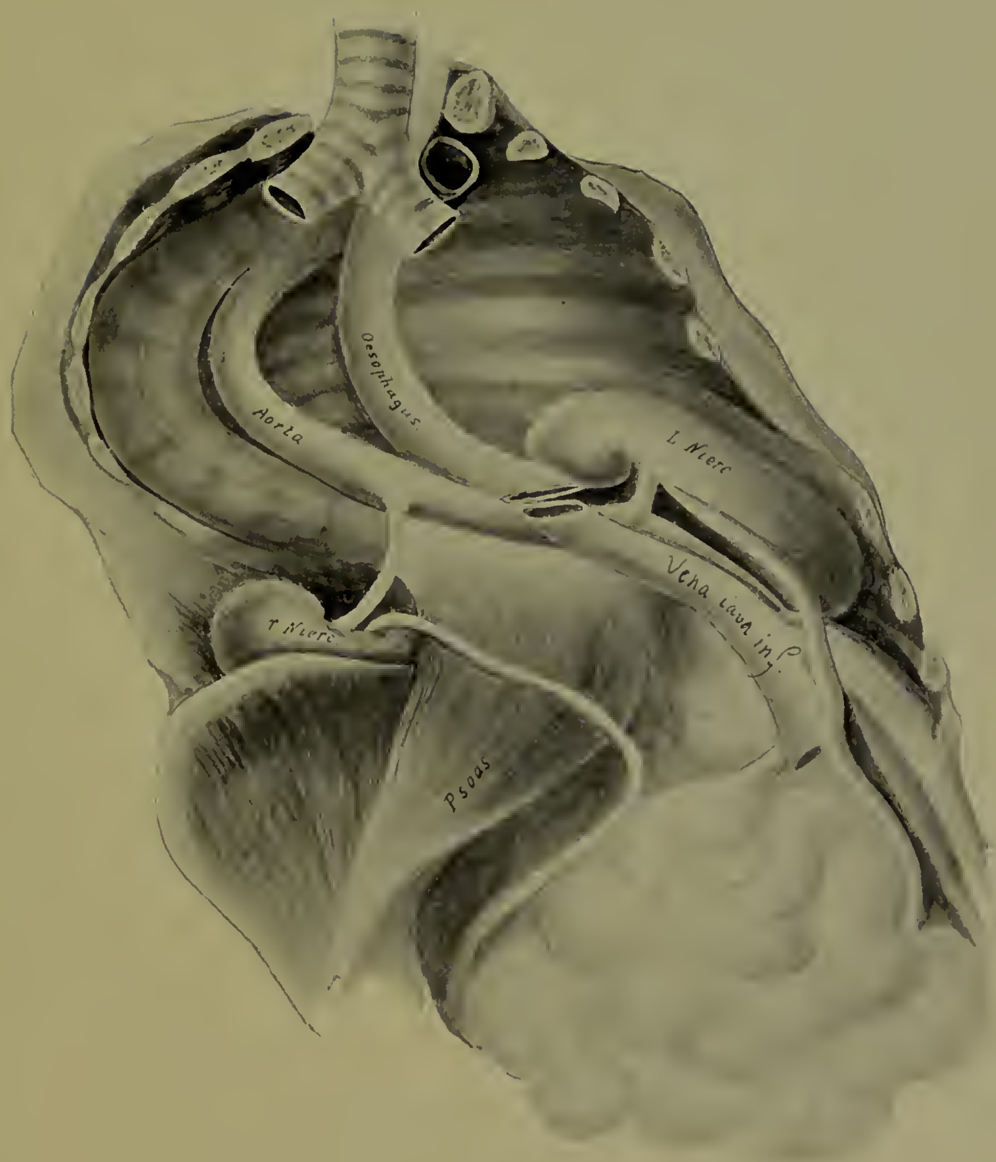


Fig. 8.



Fig. 9.
Obere Ansicht.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.

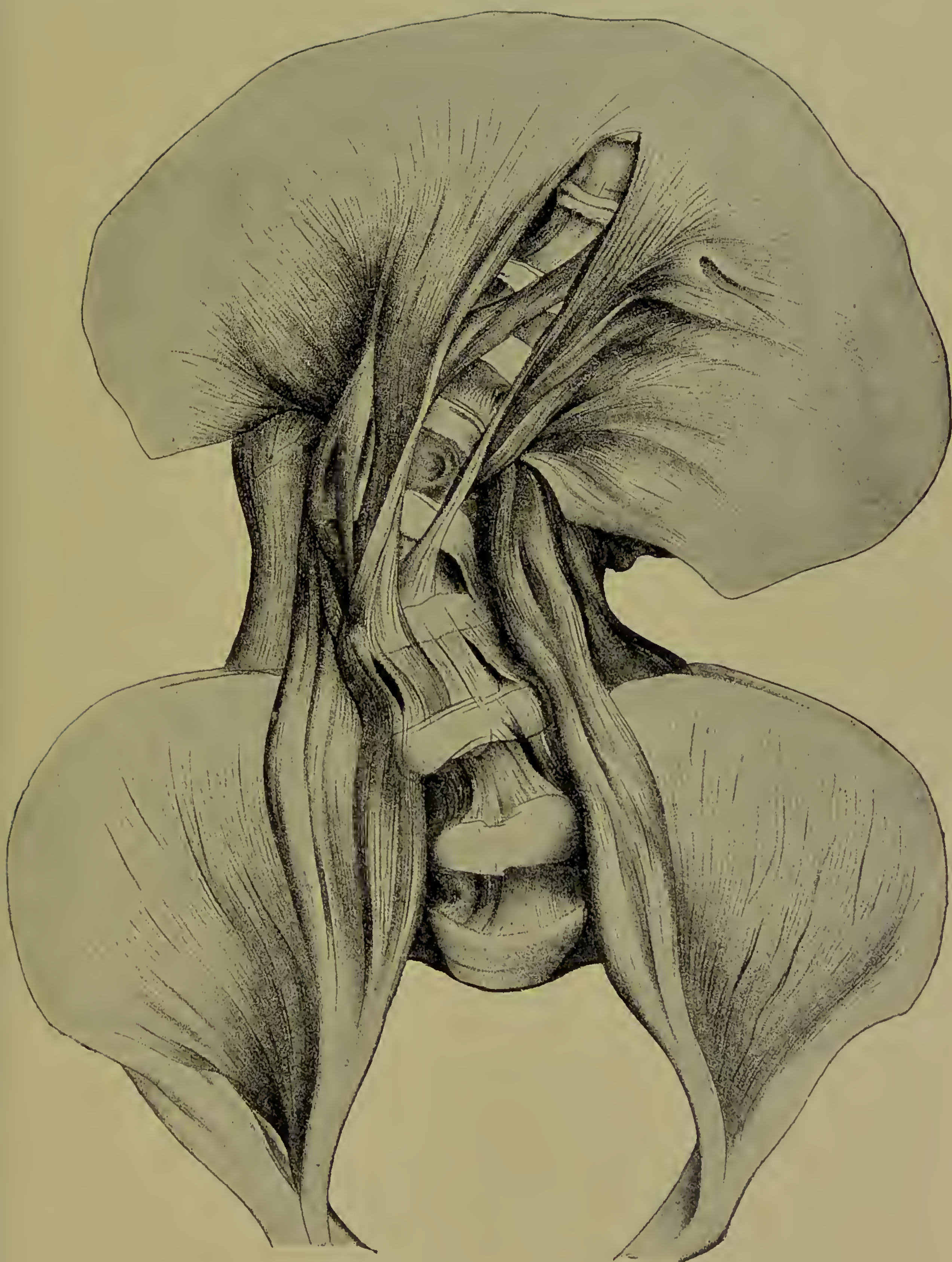


Fig. 23.



Fig. 24.

In zweifacher Vergrößerung.

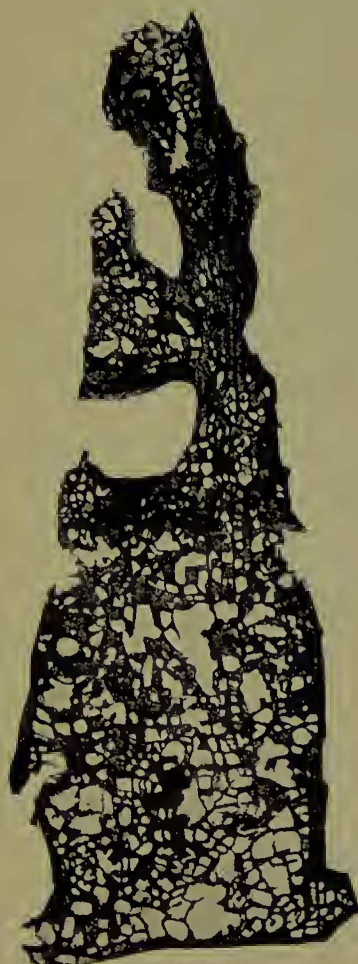


Fig. 25.

In zweifacher Vergrößerung.

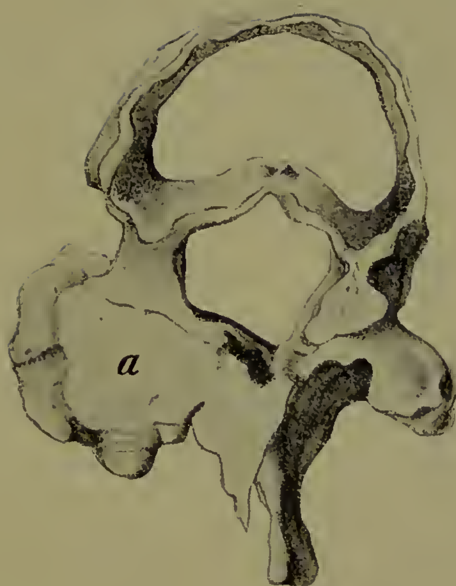


Fig. 26.

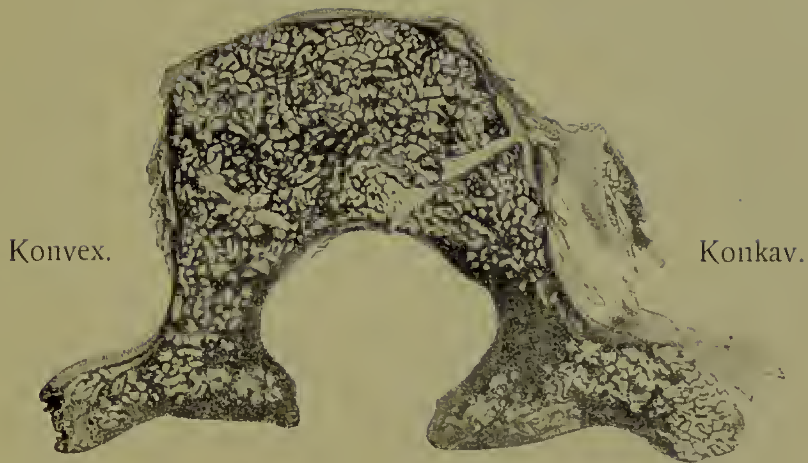


Fig. 27.

2. Brustwirbel einer links-konvexen Verkrümmung.

6½ jähriges Mädchen.

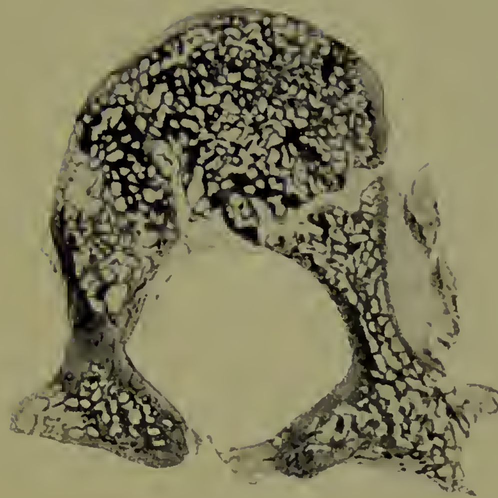


Fig. 28.

9. Brustwirbel einer rechts-konvexen Verkrümmung.

6½ jähriges Mädchen.

Tafel XXIV.



Konvex. Konkav.

Fig. 29.

4. Brustwirbel einer links-konvexen Verkrümmung.

$6^1/_2$ jähriges Mädchen.

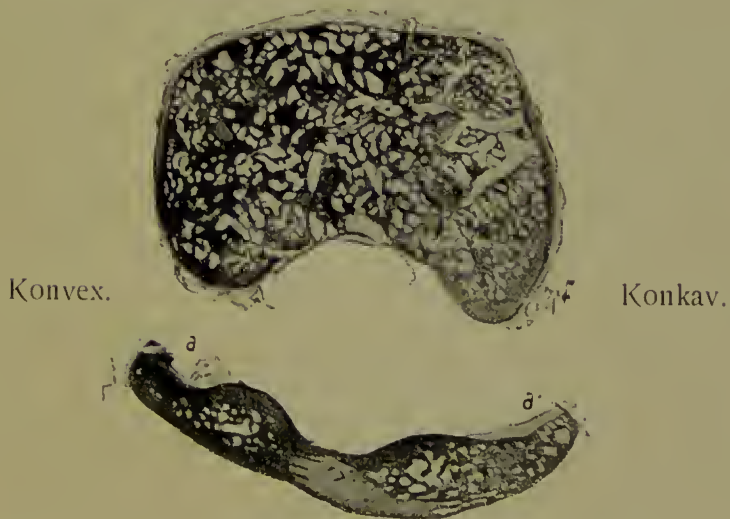


Fig. 30.

2. Brustwirbel einer links-konvexen Verkrümmung.

$6^1/_2$ jähriges Mädchen.



Fig. 31.

10. Brustwirbel einer rechts-konvexen Verkrümmung.
$6^{1}/_{2}$jähriges Mädchen.



Fig. 32.

1. Lendenwirbel einer links-konvexen Verkrümmung.
$6^{1}/_{2}$jähriges Mädchen.

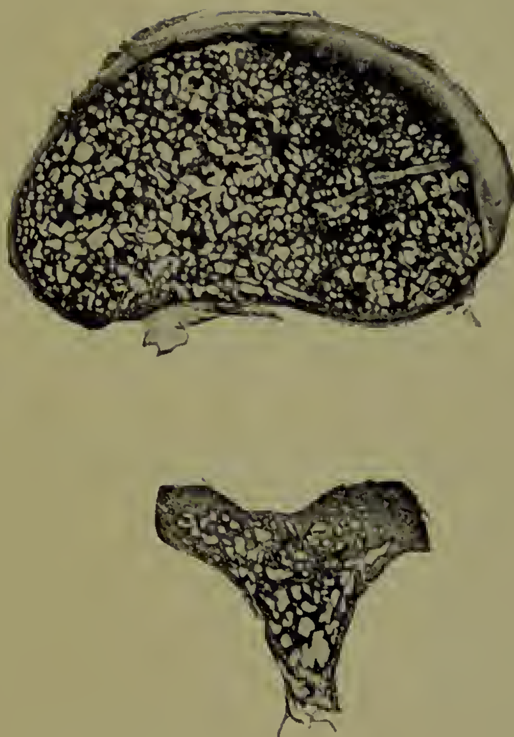


Fig. 33.

2. Lendenwirbel einer links-konvexen Verkrümmung.
$6^1/_2$jähriges Mädchen.

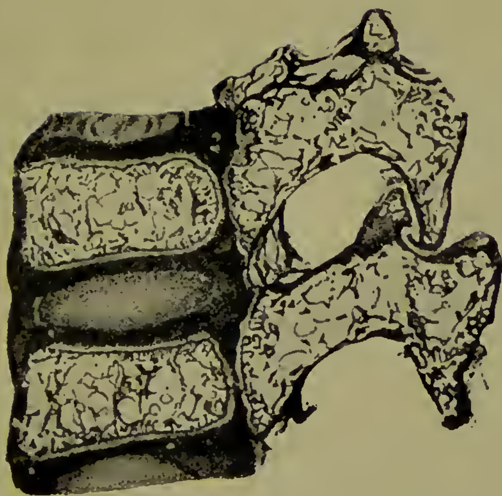


Konkav. Konvex.

Fig. 34.

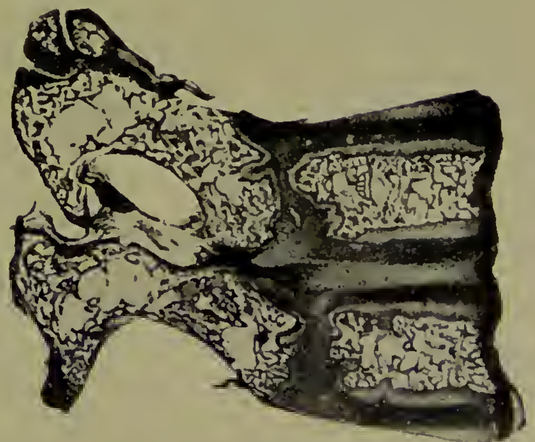
7. Brustwirbel einer rechts-konvexen Verkrümmung.

$6^1/_2$ jähriges Mädchen.



Konvex.

Fig. 35.



Konkav.

Fig. 35a.

6. und 7. Brustwirbelpaar aus einer links-konvexen Verkrümmung.

(Rhachitische Skoliose.)

6 jähriges Mädchen.

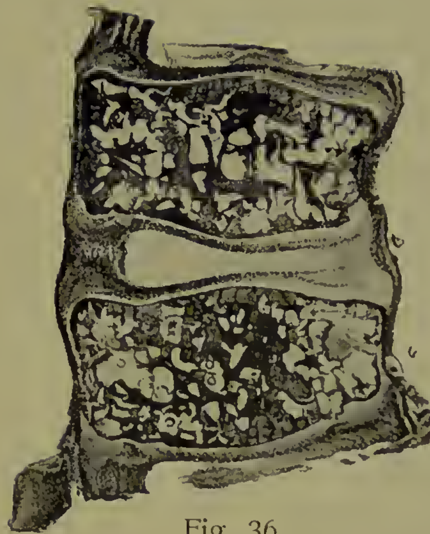


Fig. 36.

4. und 5. Brustwirbelpaar einer rechts-konvexen Verkrümmung.
7 jähriger Knabe.



Fig. 37.

4. und 5. Brustwirbelpaar einer rechts-konvexen Verkrümmung.
7 jähriger Knabe.

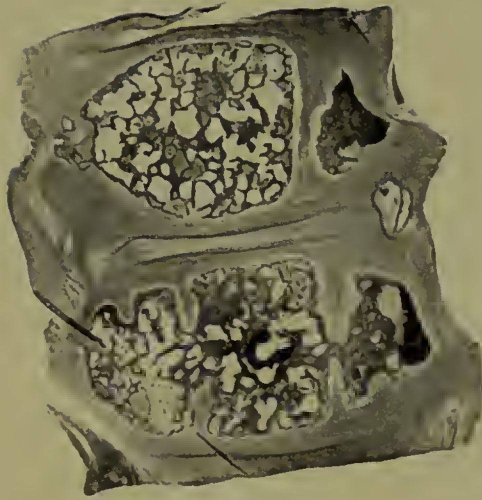


Fig. 38.

7. und 8. Brustwirbelpaar. (Übergangswirbel.)

7 jähriger Knabe.

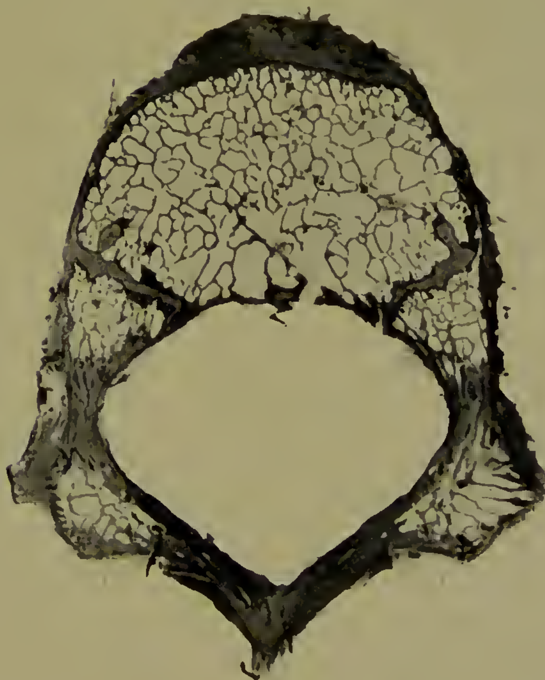


Fig. 39.

Normaler kindlicher 2. Lendenwirbel.

($1\frac{1}{2}$ mal vergrößert.)

3 jähriger Knabe.

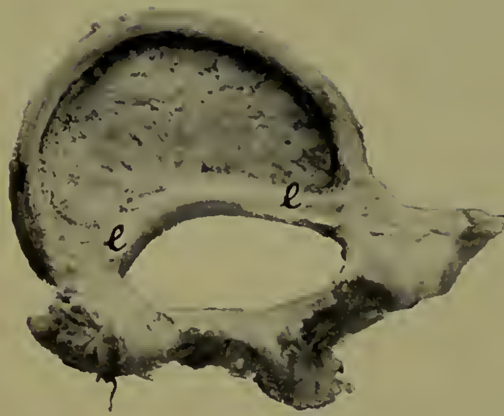


Fig. 40.

1. Lendenwirbel einer linksseitigen rhachitischen Skoliose in Flächenansicht von oben.

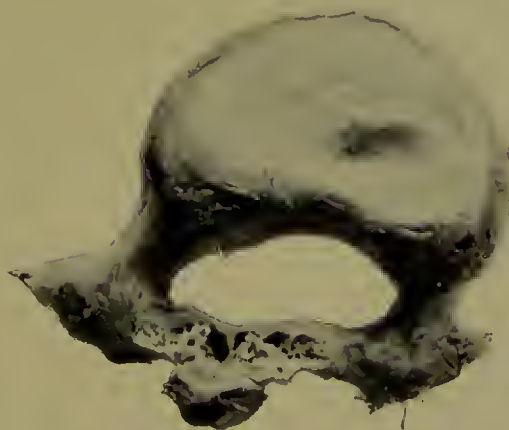


Fig. 41.

Derselbe Lendenwirbel in Flächenansicht von unten.



Fig. 42.

Typus eines noch jugendlichen, hochgradig skoliotischen Lendenwirbels.



Fig. 43.
2. Lendenwirbel einer kindlichen Skoliose.



Fig. 44.
5. Lendenwirbel einer rechts-konvexen kindlichen Skoliose.

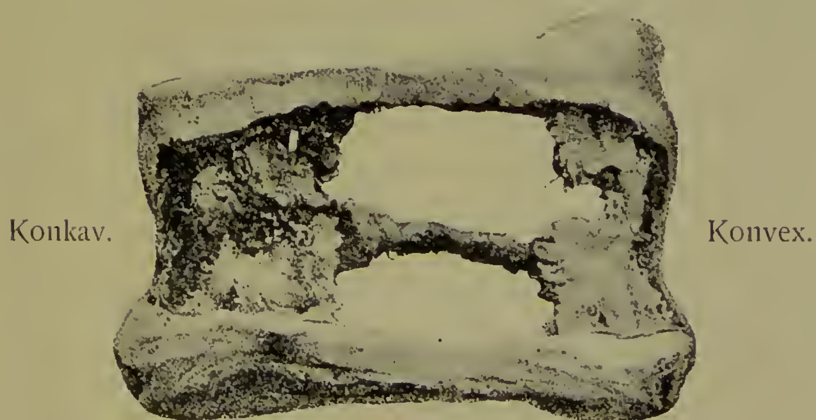


Fig. 45.
4. Lendenwirbel einer kindlichen Skoliose.



Fig. 46.

Querschnitt der Bogenwurzel eines 1. skoliotischen Lendenwirbels aus der Zeit des Wachstumsabschlusses.

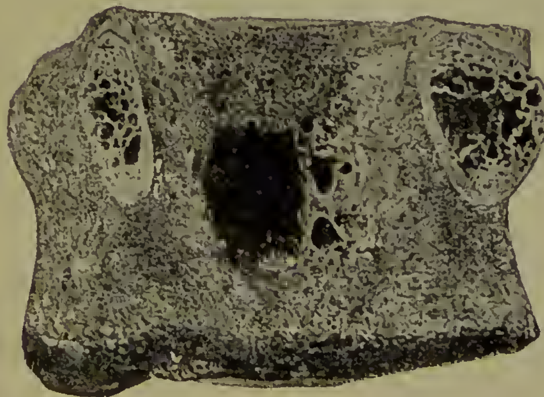


Fig. 47.

Querschnitt der Bogenwurzel des 3. Lendenwirbels desselben Segmentes.



Fig. 48.

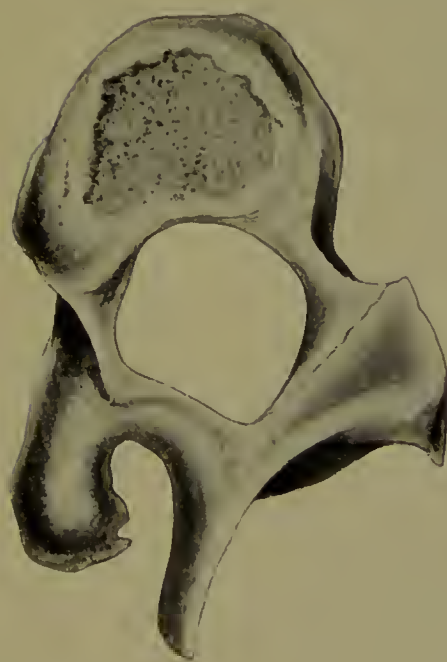


Fig. 49.



Fig. 50.

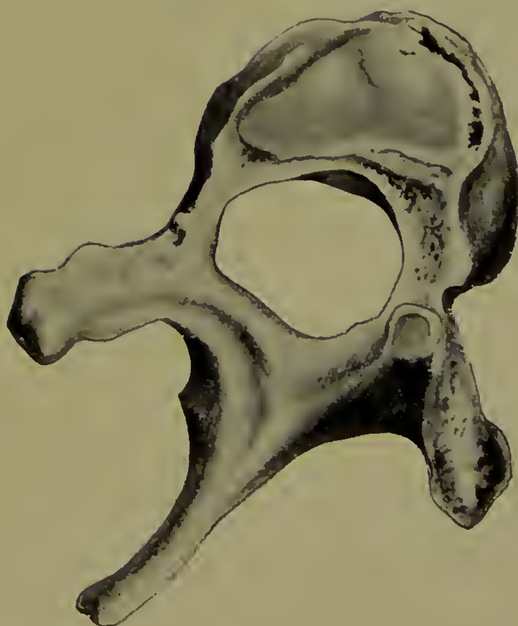


Fig. 51.

c a o f b d g

Fig. 52.

a

Fig. 53.

a konvexseitiger Processus articularis.

Fig. 54.

11. Brustwirbel, Rotationswirbel.

